CE

GANN HYDROMETTE RTU 600

Instrucciones de empleo

E

GANN

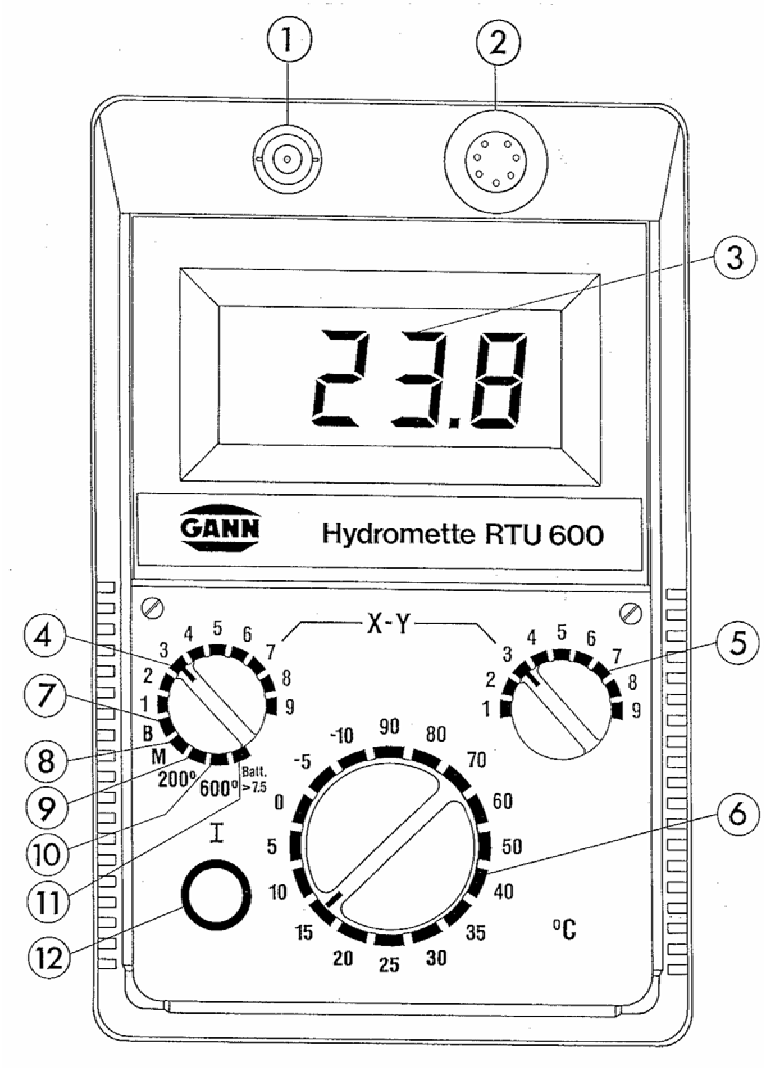
DISTRIBUIDOR OFICIAL: DISNAMA S.L.L.
Pol. Plazaola, C-6
31195 Aizoain (Navarra)
Tel. 948 302 368 Fax 948 302 306
www.disnama.com email:disnama@disnama.com

Copyright 1993 por
GANN Mess- u. Regeltechnik GmbH
Schillerstr. 63 ■ 70839 Gerlingen
República Federal de Alemania

Reservados todos los derechos de autor (Copyright)

La reproducción del presente manual, íntegra o parcialmente, por impresión, fotocopia o por otro procedimiento no está permitido, a no ser que se haya recibido la pertinente autorización por escrito de GANN Mess- u. Regeltechnik GmbH.

La composición del presente manual se ha realizado con sumo cuidado. El fabricante y/o proveedor, sin embargo, no asume ninguna responsabilidad por cualesquiera errores de impresión o de redacción.


1
2
3
23.8
GANN
Hydromette RTU 600
4
5
6
7
8
9
10
11
12
X-Y
B
M
200°
600°
Batt.
>7.5
°C

Especificaciones técnicas - Hydromette RTU 600

(1) Conector hembra BNC para la conexión de electrodos destinados a la medición de madera y materiales de construcción fraguados.

(2) Conector hembra MS para conexión de sondas de temperatura PT 100 y electrodos conductores RF-T, MH 34, MB 35 y B 50.

(3) Indicador LCD para todas las mediciones.

(4) Selector »X« ***»posición 1 - 9«***
para definir la primera cifra del código numérico de dos dígitos para corrección automática de las lecturas en función de la especie de madera medida (véase a parte tabla de especies de madera)

"posición B"
para la medición de materiales de construcción fraguados por el método de medición de la resistencia

"posición M"
para mediciones empleando los siguientes electrodos activos:

MH 34 para mediciones de humedad en madera de coníferas con un contenido de humedad que oscila entre 40 y 200%.
MB 35 para mediciones de humedad no destructivas en superficies de hormigón.
B 50 para mediciones de humedad no destructivas de materiales de construcción inorgánicos fraguados (hormigón, pavimentos de cemento, etc.)

"posición M"
RF-T 28 para mediciones de la humedad del aire,
RF-T 31 para mediciones de la humedad del aire,
RF-T 32 para mediciones de la humedad del aire,
IR 40 para mediciones de temperatura en superficies con sensor de infrarrojos,

"posición 200"
para mediciones de temperatura de hasta 200 °C con electrodos RF-T 28, RF-T 31, RF-T 32 y sondas de temperatura PT 100,

"posición 600"
para mediciones de temperatura de hasta 600 °C empleando sondas PT 100,

"posición Batt"
para comprobación del estado de la batería.

(5) Selector »Y« para definir la segunda cifra del código de dos dígitos para corrección de las lecturas de humedad de la madera.

(6) Selector para ajustar la temperatura de la madera para compensación automática de su efecto en las lecturas de humedad de la madera.

(7) Tecla de medición ON/OFF (Conexión/Desconexión).

Comprobación de la batería

Colocar el selector (4) en la posición "Batt" y pulsar la tecla de medición (7). La aguja debe oscilar hacia la sección identificada por "Batt". La lectura visualizada en el indicador debe ser superior a 7,5 dígitos. Si la indicación tiene 7,5 dígitos o menos, quiere decir que la batería está agotada y debe sustituirse o recargarse si se utiliza una batería recargable. La tapa del compartimiento de la batería puede levantarse introduciendo una moneda en la ranura de la misma.

Se recomienda sustituir o recargar la batería en el momento en que la lectura de la batería tenga menos de 8 dígitos.

Fuente de alimentación

El instrumento lleva de forma estándar una batería seca de 9 V IEC 6 F 22 ó IEC 6 LF 22. Se recomienda emplear baterías alcalinas.

Puede instalarse una batería de níquel-cadmio recargable (accesorio opcional). Puede recargarse a partir de cualquier toma de corriente de alumbrado c.a. mediante el cargador suministrado junto con esta batería especial.

Calibración

Este instrumento lleva un dispositivo electrónico de ajuste, haciendo que sea innecesaria la calibración o el ajuste manual.

Márgenes de medida

Humedad madera 1, posición "X-Y":	4 - 100% c.d.h.
Humedad madera 2, posición "M":	40 - 200% c.d.h. en madera de coníferas empleando el electrodo desnudo MH 34
Humedad estructural 1, posición "B":	0 - 80 dígitos con gráficos para convertir las lecturas en porcentaje de humedad para diversos materiales de construcción
Humedad estructural 2, posición "M":	0 - 199 dígitos medición no destructiva con electrodo desnudo B 50 0,3 - 8,5% de peso en seco con electrodo desnudo B 50 y tabla de conversión
Humedad estructural 3, posición "M":	1 - 8% de peso en seco con electrodo desnudo MB 35 en mediciones no destructivas sobre superficies de hormigón
Humedad del aire, posición "M":	7 - 98% h.r. con electrodos desnudos RF-T 28, RF-T 31, RF-T 32 y RF-T 36
Temperatura 1, posición "200°":	-200 -+ 200 °C con sondas de temperatura PT 100
Temperatura 2, posición "600°":	-200 -+ 600 °C con sondas de temperatura PT 100
Temperatura 3, posición "M":	-20,0 -+ 200 °C con un sensor de infrarrojos IR 40.

Si el valor de temperatura medido supera la capacidad o margen de medidas, aparece a la izquierda del indicador (3) la cifra "1".

Dimensiones

Caja de plástico: Longitud 180 mm x Anchura 115 mm x Altura 53 mm.
Peso: aproximadamente 400 g sin accesorios.

Temperaturas ambientales admisibles

En almacenaje:	5 hasta 40 °C; temporalmente -10 hasta 60 °C
En funcionamiento:	0 hasta 50 °C, durante un breve margen de tiempo -10 hasta 60 °C, sin condensación

El instrumento, incluidos los accesorios, no se ha de almacenar o utilizar en entornos de aire agresivo o aire contaminado por disolventes.

Observación general

Las instrucciones para el empleo del instrumento se han de observar minuciosamente para evitar errores de medición que pueden producirse cuando se intenta simplificar el procedimiento de medida.

Aviso

En cualquier caso, antes de taladrar agujeros para sondas de medida o antes de introducir varillas de electrodos en paredes, techos o suelos, asegurarse de que estos taladros se realizan alejados de líneas de distribución de energía eléctrica, tuberías de agua u otras canalizaciones de suministro.

Accesorios estándar y opcionales

Electrodo introducible M 20 (Referencia Nº 3300)

para mediciones en superficies y bajo superficies en madera de hasta 50 mm de espesor. También para medir aglomerado, paneles de fibra y materiales de construcción fraguados (yeso, mortero, etc) con varillas de medida.

- 16 mm de longitud (Referencia Nº 4610), profundidad de penetración 10 mm

- 23 mm de longitud (Referencia Nº 4620), profundidad de penetración 17 mm.

Casquillos para medición de superficies M 20-OF 15 (Referencia Nº 4315)

para mediciones de la humedad en superficies (por ejemplo, contra-chapado, hormigón) sin dañar al material (sólo conjuntamente con el electrodo M 20).

Electrodo clavable M18 (Ref. Nº 3500)

para mediciones de madera cortada de hasta 180 mm de espesor, con varillas no aisladas, incluidas éstas en el equipo estándar.

- 40 mm de longitud (Ref. Nº 4640), profundidad de penetración 34 mm
- 60 mm de longitud (Ref. Nº 4660), profundidad de penetración 54 mm

opcionalmente

con varillas con vástago aislado

- 45 mm de longitud (Ref. Nº 4550), profundidad de penetración 25 mm
- 60 mm de longitud (Ref. Nº 4500), profundidad de penetración 40 mm.

Varillas de electrodo hincables M 20-HW 200/300

varillas no aisladas, para medida de viruta, lana de madera, pilas de madera contrachapada (únicamente junto con el electrodo M 20), con varillas

- 200 mm de longitud (Ref. Nº 4350)
- 300 mm de longitud (Ref. Nº 4355)

Varillas de electrodo hincables M 20-Bi

para mediciones en profundidad de materiales no visibles, ubicados tras otro panel, con vástago aislado (sólo conjuntamente con la maneta del electrodo M 20)

- 200 mm de longitud (Ref. Nº 4360)
- 300 mm de longitud (Ref. Nº 4365).

Electrodos hincables M 6 (Ref. Nº 3700)

para medición de materiales de construcción duros, empleando pasta de contacto y agujeros pretaladrados, con varillas

- 23 mm de longitud (Ref. Nº 4620)
- 50 mm de longitud (Ref. Nº 4640)
- 60 mm de longitud (Ref. Nº 4660)

Electrodos de profundidad M 21-100/250

para mediciones de profundidad en materiales de construcción fraguados, conjuntamente con pasta de contacto y agujeros pretaladrados

- 100 mm de longitud (Ref. Nº 3200)
- 250 mm de longitud (Ref. Nº 3250).

Pasta de contacto (Ref. Nº 5400)

para garantizar un buen contacto entre las varillas de los electrodos y los materiales de construcción a medir. Para mediciones de humedad en materiales de construcción duros (pavimentos de cemento, hormigón, etc) con electrodos M 6 y M 21.

Electrodo desnudo MH 34 (Ref. Nº 3370)

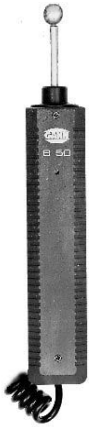
con circuito de medición integrado, para medición de contenidos de humedad elevados en madera de coníferas, especialmente para almacenaje soportado por agua y preclasificación de madera recién cortada para secado en horno.

Margen de medición: 40 hasta 200% c.d.h.

Electrodo desnudo MB 35 (Ref. Nº 3770)

con circuito de medida integrado, destinado para la medición de superficies de hormigón, concretamente acto previo al recubrimiento al encolado.

Margen de medición: 1 hasta 8% c.d.h.



Electrodo desnudo B 50 (Ref. Nº 3750)

con circuito de medida integrado, concebido para la localización no destructiva de concentración de humedad en materiales de construcción y distribución de la humedad en paredes, techos y suelos. Funciona según un procedimiento de medida patentado y genera un campo de alta frecuencia concentrado con una profundidad de penetración de hasta 120 mm.

Margen de medición: 0 hasta 199 dígitos, clasificación según tabla,
0,3 hasta 8,5% de peso en seco, conversión
en % de humedad según tabla

Electrodo especial RF-T 28 (Ref. Nº 3155)

con circuito de medida integrado, para medición de la humedad del aire de la temperatura del aire, completo con cable de conexión.

Margen de medición: 7 hasta 98% h.r. y -10 hasta +80 °C
Tiempo de respuesta: aproximadamente 20 segundos para el 90% de la diferencia de humedad a una temperatura ambiente de 20 °C o aproximadamente 120 segundos para una variación de la temperatura del 90%.

Casquillo filtro (Referencia Nº 3156)
de bronce sinterizado para su empleo con el electrodo RF-T 28 en aire cargado de polvo o cuando la velocidad del aire es elevada.

Electrodo especial RF-T 36 (Ref. Nº 3136)

para medición de la humedad del aire y de la temperatura del aire, valor de actividad del agua o humedad de equilibrio en naves, almacenes o sustancias sólidas (por ejemplo, hormigón, falsos suelos, mampostería, etc.).

Margen de medición: 5 hasta 98% h.r.
-5 hasta +60 °C
Dimensiones: 82 x 80 x 55 mm
Tubo del sensor: longitud 55 mm, diámetro 12 mm

Electrodo especial RF-T 31
para medición de la humedad atmosférica, valor de actividad del agua o humedad de equilibrio en materiales a granel y sustancias sólidas, por ejemplo, obra de ladrillo y otros materiales de construcción.

Margen de medición: 7 hasta 98% h.r.
-10 hasta +80 °C
Tubo del sensor: diámetro 10 mm. Punta con filtro sinterizada de 32 mm de longitud.

Longitud de inserción 250 mm (Ref. Nº 3131)
Longitud de inserción 500 mm (Ref. Nº 3132)

Adaptador para taladros

con tapón de cierre para su empleo con el sensor enchufable RF-T 31 para medición de la humedad de equilibrio en obra de ladrillo o materiales de construcción.

Para taladros de hasta 150 mm de profundidad (Ref. Nº 5615)
Para taladros de hasta 250 mm de profundidad (Ref. Nº 5625)
Para taladros de hasta 500 mm de profundidad (Ref. Nº 5650)

Sensor de cuchilla RF-T 32

para medición de la humedad atmosférica, valor de actividad del agua y humedad de equilibrio en almacenes de papel, cuero, tejidos y tabaco, etc.

Margen de medición: 7 hasta 98% h.r.
- 10 hasta + 80 °C
Sonda elíptica plana 10 x 4 mm

Longitud de inserción 250 mm (Ref. Nº 3133)
Longitud de inserción 500 mm (Ref. Nº 3134)

Comprobador de sensores

Caja de verificación y calibración para

Sonda RF-T 28 (Ref. Nº 5728)
Sonda RF-T 31 (Ref. Nº 5731)
Sonda RF-T 32 (Ref. Nº 5732)

Líquido de verificación y calibración

para comprobación y recalibración de todos los electrodos tipo RF-T. Paquete de 5 ampollas de líquido de prueba para comprobaciones de sensores, incluido vellón de absorción, suficiente para 5 pruebas o recalibraciones.

SCF 30 para la gama de 10 hasta 50% h.r. (Ref. Nº 5753)
SCF 70 para la gama de 50 hasta 90% h.r. (Ref. Nº 5757)
SCF 90 para la gama de 80 hasta 98% h.r. (Ref. Nº 5759)

Sensor de infrarrojos para medición de temperaturas en superficies IR 40 (Ref. Nº 3150)

Medición de temperatura sin contacto desde -20 hasta +199,9 °C, resolución 0,1 °C, emisividad ajustada permanentemente a 95%, relación de superficie medida a distancia 2,5: 1 (Ý45 mm a una distancia de 100 mm), longitud del sensor 185 mm, Ý32 mm, cable en espiral 400/1400 mm.

Se trata de un sensor ideal para detección de puentes térmicos, determinación de la temperatura del punto de rocío, medición de componentes desnudos, en movimiento o vibratorios así como para la medición de componentes con baja capacidad calorífica, por ejemplo, madera, vidrio, materiales aislantes, etc.

Etiquetas en negro mate IR 30/E 95 (Ref. Nº 5833)

Punto de medida de 30 mm de diámetro, emisividad del 95% , por ejemplo, para la medición de superficies metálicas.

Sondas de temperatura Pt 100

Sonda de temperatura ET 10 (Ref. Nº 3165)
Sonda de temperatura insertable robusta para materiales sólidos y a granel así como líquidos, margen de medición -50 hasta +250 °C.

Sonda de temperatura TT 40 (Ref. Nº 3180)
Sonda de temperatura insertable robusta para inmersión y para gases de combustión con un tubo de sensor largo, margen de medición -50 hasta +350 °C.

Sonda de temperatura LT 20 (Ref. Nº 3190)
Sonda de temperatura de respuesta rápida para aire/gas con un tubo de sensor largo, margen de medición -20 + hasta +200 °C.

Sonda de temperatura TT 30 (Ref. Nº 3185)
Sonda de temperatura insertable robusta para inmersión y para gases de combustión con un tubo de sensor corto, margen de medición -50 hasta +350 °C.

Sonda de temperatura ET 50 (Ref. Nº 3160)
Sonda de temperatura de respuesta rápida para aire/gas para sustancias sólidas blandas, materiales y líquidos a granel, margen de medición -50 hasta +250 °C.

Sonda de temperatura OTW 90 (Ref. Nº 3175)
Sonda de temperatura especial en ángulo para superficies, por ejemplo, para prensas de madera contrachapada, etc. Margen de medición -50 hasta +250 °C.

Sonda de temperatura OT 100 (Ref. Nº 3170)

Sonda de temperatura para superficies de bajo peso, con muelle de ataque, por ejemplo, para superficies de paredes, etc., margen de medición -50 hasta +250 °C.

Pasta termoconductora de silicona (Ref. Nº 5500)

Para mejorar la transmisión de calor en superficies ásperas o en las que exista problemas de contacto. Absolutamente recomendada con OT 100.

Sondas de temperatura flexibles con cables de conexión con aislamiento de Teflon, para materiales sólidos y a granel, así como para líquidos, para una temperatura de hasta 120 °C.

FT 2 con cable con aislamiento de Teflon de 2 m de longitud (Referencia N° 3195)

FT 5 con cable con aislamiento de Teflon de 5 m de longitud (Referencia N° 3196)

FT 10 con cable con aislamiento de Teflon de 10 m de longitud (Referencia N° 3197)

FT 20 con cable con aislamiento de Teflon de 20 m de longitud (Referencia N° 3198)

Estuche de transporte (Ref. Nº 5081)

para almacenaje y transporte del instrumento de medida y accesorios estándar y opcionales

Cable de medida MK 8 (Ref. Nº 6210)

para conexión de los electrodos M 6, M 18, M 20, M 20-HW, M 20-Bi y M21

Batería recargable con cargador (Ref. Nº 5100)
para su utilización en su lugar de la batería seca 9 V suministrada de forma estándar.

Bloque para prueba (Ref. Nº 6070)
para comprobar si el instrumento sigue proporcionando lecturas exactas.

Instrucciones de empleo para medición de la humedad en la madera

empleando los electrodos de medida M 18, M 20, M 20-OF 15 y M 20-HW

Colocar el selector "X" (4) en la primera cifra del código numérico de dos dígitos indicado en la tabla de especies de madera para la especie que se desea medir.

Colocar el selector "Y" (5) en la segunda cifra del código numérico de dos dígitos indicado en la tabla de especies de madera para la especie que se desea medir.

Conectar el electrodo de medida al conector hembra (1) del instrumento empleando el cable de medición MK 8.

Introducir, hincar o presionar el electrodo contra la madera que se desea medir.

Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado visualizado por el indicador LCD tan pronto como se haya estabilizado la lectura. Pulsar la tecla de medición como máximo durante tres segundos.

Corrección de especie

La resistencia eléctrica de las diferentes especies de madera puede variar considerablemente para idéntico contenido de humedad. Esto requiere una corrección de las lecturas según la especie de madera a medir. Con el Hydromette RTU 600 pueden definirse aproxi-madamente 81 calibraciones diferentes del instrumento para una corrección automática de las lecturas en función de la especie. El ajuste correspondiente se indica en una tabla que se suministra junto con cada instrumento, en el cual se han clasificado unas 250 especies de madera en cuatro grupos en función de su curva de resistencia que depende de la humedad.

Medición de especies de madera no clasificadas

Como es sabido, la exactitud de los instrumentos eléctricos de medición de la humedad en la madera se ve afectada por las diferencias de especie de madera y las condiciones de cultivo de la madera que se desea medir. Sin embargo, aun en estos casos, el singular dispositivo que lleva el Hydromette RTU 600 para la corrección automática de las lecturas según la especie permite una adaptación rápida y uniforme a los cambios en las condi-ciones.

Para determinar el ajuste correcto de los selectores de especies de madera "X" y "Y" (4) y (5) en tales casos y para especies de madera no clasificadas en la tabla de especies de ma-dera, proceder de la siguiente manera:

El contenido exacto de humedad, si todavía no se conoce, debe determinarse a partir de una muestra muy húmeda y una muestra muy seca de la especie relevante de madera por medio de una prueba en horno. Para tal fin, se ha de emplear sólo una parte de la muestra húmeda, mientras que el resto se ha de embalar en una lámina de plástico hermética y se ha de almacenar a 10 - 20 °C.

Primero se ha de pesar la muestra de prueba y, a continuación, se ha de secar a 100-105 °C a peso constante. El contenido porcentual de humedad se calcula según la fórmula:

$$\frac{\text{Pérdida de peso} \times 100}{\text{peso en seco}} = \text{humedad de la madera en \% del peso en seco}$$

Después de obtener el resultado de la prueba en el horno, la parte restante de la muestra de prueba se ha de medir con el selector de especie "Y" (5) colocado en la posición "5" mientras que el selector "X" (4) se cambia sucesivamente a todas las posiciones (1 hasta 9) y, por último, se deja en aquella posición en la

cual la lectura indicada presenta la menor desviación respecto al contenido de humedad real obtenido en la prueba en horno.

A continuación, proceder de idéntica manera con la muestra seca, es decir, determinar a partir de un trozo de la misma el contenido real de humedad en una prueba en horno y me-dir el trozo restante con el instrumento de medida de la humedad girando el selector "Y" de la posición 1 a la 9. En este caso, también, el interruptor se debe dejar en la posición en que la lectura visualizada presenta la menor desviación respecto al contenido real de hume-dad determinado en la prueba en horno. Si esta fuera la posición "5", la posición determinada para el selector "X" también puede considerarse definitiva.

Si la desviación más pequeña se obtuviera en otra posición del selector "Y", se ha de medir una vez más la muestra húmeda para comprobar si todavía puede mejorarse más la exactitud de la lectura si el selector "X" se coloca en una de las dos posiciones contiguas, por ejemplo, si la mayor exactitud se ha obtenido en la primera medición en la posición "4", se ha de comprobar si debe mejorarse la exactitud en las posiciones "3" ó "5". Si éste no es el caso, la posición obtenida para el selector "Y" también puede considerarse definitiva y, en caso contrario, la muestra seca se ha de medir una vez más para comprobar si puede obtenerse una mejora de la exactitud de las lecturas en una de las dos posiciones contiguas.

Las posiciones determinadas de esta manera para los dos selectores, a partir de ahora pueden emplearse para todas las mediciones futuras de la especie de madera relevante.

Compensación de temperatura

El dispositivo incorporado para compensación automática de temperatura de las lecturas permite, por consiguiente, realizar mediciones exactas en madera cortada fría o caliente sin tener que utilizar tablas de corrección.

Para mediciones de temperaturas ambientales normales, colocar el selector (6) a 20 °C (68 °F). Para temperaturas por debajo o por encima de 20 °C, por ejemplo, durante o in-mediatamente después del

secado en el horno, colocar el selector en la temperatura real de la madera o en la temperatura que prevalece en el interior del horno de secado. No puede medirse madera congelada con un contenido de humedad superior al 20%.

Manejo de los electrodos para medición de la humedad en la madera

Conexión de los electrodos

El instrumento puede emplearse con diferentes tipo de electrodos de medida según la apli-cación en cuestión. Los electrodos, M 6, M 18, M 20, M 20-HW y M 20-Bi se conectan al conector hembra (1) del instrumento mediante el cable de medición MK 8. Por otro lado, este cable lleva un conector BNC. Girarlo en el sentido horario para bloquearlo. Para desco-nectarlo, girar en sentido antihorario el aro de sujeción entallado. No forzar y tirar del cable.

Dirección del grano

Los instrumentos de medición de la humedad en madera de GANN se han calibrado para to-mar lecturas con varillas de electrodo introducidas en la muestra de prueba en sentido transversal respecto al grano. Dado que la resistencia eléctrica es mayor a través del grano que en paralelo al grano, se obtendrá una lectura excesivamente elevada si las varillas de los electrodos de los instrumentos de medida GANN se aplican en paralelo al grano. El efecto puede despreciarse para lecturas inferiores al 10% c.d.h., mientras que a valores en torno al 20% c.d.h., el instrumento registrará una lectura un 2% superior de contenido de humedad.

Grosor de la madera

Los electrodos con varillas con una penetración de 10 mm pueden emplearse en madera de 30 hasta 40 mm de espesor, mientras que las varillas con una penetración de 17 mm se han concebido para espesores de madera de 50 hasta 65 mm. Para tableros o tablones más gruesos, debe emplearse el electrodo clavable M 18, que permite emplear varillas con una profundidad de penetración de 54 mm. Para material

en almacén con un contenido de humedad uniforme, pueden emplearse varillas no aisladas, mientras que para todas las demás aplicaciones se han de emplear varillas aisladas que hagan contacto sólo con su punta no recubierta, la cual presenta una superficie de contacto uniforme con la madera, independientemente de la profundidad de penetración. Cualquier modificación en las lecturas del instrumento, tomadas con varillas aisladas a diferentes profundidades de penetración, refleja claramente una variación real del contenido de humedad que representa el gradiente de humedad existente.

Electrodo introducible M 20

Introduzca el electrodo en la madera con las agujas en dirección transversal respecto al grano (el cuerpo del electrodo es de plástico resistente a impactos). Cuando se retira el electrodo, las varillas pueden aflojarse mediante ligeros desplazamientos de balanceo lateral a través del grano.

Para determinar el contenido de humedad en el núcleo, las varillas se han de desplazar a una profundidad de aproximadamente 1/4 hasta 1/3 del grosor de la madera.

Cuando el electrodo M 20 se suministra junto con el instrumento como equipo inicial, se incluyen también 10 varillas de repuesto de 16 y 23 mm de longitud. Son idóneas para medir madera de hasta 30 mm y 50 mm de grosor, respectivamente.

Si se desea medir tableros o tablones de mayor grosor, las agujas pueden sustituirse por otras más largas. Como es lógico, la tendencia a la rotura y/o al plegado aumenta con la longitud de las varillas, especialmente, cuando se extraen. Por consiguiente, se recomienda emplear el electrodo clavable M 18 para medir madera más gruesa.

Las tuercas de los casquillos se han de apretar con una llave inglesa. Las agujas flojas podrían romperse muy fácilmente.

Electrodos M 20-OF 15 para superficies

Las mediciones en superficies se han de realizar sólo cuando el contenido de humedad de la madera es inferior al 30% c.d.h. Para mediciones en superficies en madera ya mecanizada o para mediciones de madera contrachapada, se han de desatornillar las tuercas hexagonales de los casquillos y se han de sustituir por casquillos de medición de superficies. Para la medición, se han de presionar transversalmente respecto al grano las dos pastillas de contacto hacia al material que se desea medir o hacia al material contrachapado. La profundidad de medición es de aproximadamente 3 mm, de modo que se han de colocar varias capas de madera contrachapada, una sobre otra, para medir madera contrachapada fina. ***No medir sobre bases metálicas***.

Las partículas de madera que se adhieren a la superficie de medida se han de eliminar periódicamente. Si resultan dañadas las pastillas de plástico flexibles, pueden solicitarse otras nuevas *(Referencia Nº 4316)* y se han de pegar empleando un adhesivo instantáneo comercial con base CIANATO.

Electrodo clavable M 18

Las dos agujas del electrodo clavable se han de introducir a la profundidad de medición necesaria, en dirección transversal respecto al grano, empleando el martillo corredizo. Para determinar el contenido de humedad en el núcleo, se requiere idéntica profundidad de medida que la descrita para el electrodo M 20.

Las agujas se extraen golpeando hacia arriba con el martillo corredizo. Antes de realizar una serie de mediciones, se han de apretar las tuercas de los casquillos con una llave inglesa. Las agujas sueltas podrían sufrir fácilmente una rotura.

Cuando el electrodo M 18 se suministra junto con el instrumento, se incluyen también 10

varillas de repuesto de 40 mm y 60 mm de longitud (sin vástago aislado). Son idóneas para la medición de madera de hasta 120 mm y 180 mm de espesor, respectivamente.

Para la medición de madera cortada con un mayor contenido de humedad en la corteza que en el núcleo, por ejemplo, si los tableros estaban expuestos a la lluvia, deben emplearse varillas de electrodo con vástago aislado. Están disponibles en paquetes de 10 varillas y en longitudes de 45 mm *(Ref. Nº 4550)* y 60 mm *(Ref. Nº 4500)*.

Electrodo insertable M 20-HW

Extraer las tuercas de unión hexagonales junto con las varillas de electrodo estándar que van instaladas en el electrodo M 20 y sustitúyalas por varillas M 20-HW. Apretarlas firmemente.

Cuando se realicen mediciones en viruta y lana de madera se recomienda comprimir el material. Para ello, el serrín se ha de cargar con un peso de 5 kg. Las pacas o balas de lana de madera no es preciso comprimirlas.

Electrodo desnudo MH 34

El electrodo desnudo MH 34 se ha desarrollado especialmente para la medición de contenidos de humedad muy elevados de madera de coníferas (pino, pinsapo, abeto). Es idóneo especialmente para la preclasificación de madera recién cortada para secado en horno y para monitorización del almacenaje soportado en agua.

El margen de medida va desde 40 hasta 199% c.d.h. y la lectura se visualiza directamente en porcentaje de humedad. Los valores de humedad inferiores a 40% c.d.h. van más allá de la capacidad de medición de este electrodo especial y las lecturas inferiores a 40% c.d.h., por consiguiente, se han de despreciar. Para mediciones comprendidas en la gama inferior al 40% c.d.h., se han de emplear electrodos M 18 y M 20.

El electrodo desnudo MH 34 va equipado y, por consiguiente, va ajustado a las varillas de 23 mm de longitud y las lecturas obtenidas representan el contenido medio de humedad de aquellas sección del tablero o pieza de madera en que penetran las varillas.

No recomendamos el empleo de varillas más largas o más cortas, ya que esto puede afectar a la precisión de la lectura.

Introducir a presión, o encajar con precaución ambas varillas dentro de la madera que se desea medir hasta que las tuercas de los casquillos de ambas hagan contacto con la madera. Conectar el electrodo al conector hembra (2) del instrumento y colocar el selector (4) en la posición "M". A continuación, pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado en porcentaje de humedad.

Al extraer el electrodo, las varillas pueden aflojarse mediante ligeros movimientos laterales de balanceo en la dirección transversal del grano. Las tuercas de los casquillos se han de apretar mediante una llave inglesa antes de realizar una serie de mediciones.

Información general sobre la medición de la humedad en la madera

El principio de trabajo del Hydromette RTU 600 se basa en el método de medición de la resistencia o conductividad eléctrica, muy conocido de hace muchos años. Este método se basa en el hecho de que la resistencia eléctrica está determinada en gran medida por el contenido de humedad de la madera. La conductividad de la madera cortada totalmente seca es muy baja y su resistencia muy elevada, de modo que no puede circular una intensidad que merezca la pena señalar. La conductividad de la madera aumenta con su contenido de humedad y su resistencia disminuye.

En la gama por encima del punto de saturación de la fibra (aproximadamente el 30% c.d.h.) las lecturas cada vez son menos exactas, en función del contenido de humedad de la madera cortada que se desea medir, su peso específico y temperatura y de la especie de madera. En la medición de maderas de coníferas europeas y exóticas, tales como Meranti/Lauan, cabe esperar mayores errores de medición en una gama superior al 40% c.d.h., mientras que con roble, haya, afara blanca, etc., pueden obtenerse lecturas relativamente exactas hasta 60 - 80 % c.d.h.

Para lograr unas lecturas lo más exactas posibles, las muestras seleccionadas se han de medir en varios puntos. Siempre debe comprobarse que la profundidad mínima de penetración de las varillas de los electrodos, introducidas en la madera en dirección transversal al grano, es 1/4 y la profundidad máxima es 1/3 del espesor de la madera. No son posibles las pruebas de madera congelada con un contenido de humedad superior al 20%.

Efectos de los productos para conservación de la madera

El tratamiento de la madera con productos orgánicos de conservación o agentes de impregnación, por lo general, tiene poco efecto en las lecturas del instrumento. El tratamiento con productos de conservación que contengan sales u otros ingredientes inorgánicos que modifiquen la conductividad de la madera, sin embargo, influye en gran medida en la exactitud de las medidas y dado que esta influencia es errática, no puede proporcionarse una corrección adecuada mediante una tabla.

Comprobaciones de la humedad en madera contrachapada

Algunos de los distintos tipos de cola empleados en la fabricación de madera contrachapada poseen una resistencia eléctrica inferior que la de la madera. Esto influirá en la exactitud de los instrumentos eléctricos de medición de la humedad por el método de la resistencia cuando las varillas de los electrodos entran en contacto con una línea de cola. En tal caso, el instrumento mostrará un contenido de humedad excesivamente elevado.

Para determinar si se ha empleado una cola conductora en la fabricación de la madera con-trachapada que se desea medir, introduzca las varillas de los electrodos hasta una profundidad superior a la mitad del espesor del primer panel de contrachapado y lea el resultado. A continuación, introduzca las varillas más hacia adentro de la madera contrachapada hasta que entren en contacto con la primera línea de cola. Si la lectura ahora visualizada no es apreciablemente superior a la registrada antes de introducir más las varillas, puede considerarse que la cola no influye en la exactitud de las lecturas del instrumento.

Electricidad estática

A contenidos de humedad en la madera inferiores al 10%, circunstancias tales como la humedad relativa del aire, el rozamiento durante el manejo de la madera cortada o un entorno altamente aislado pueden provocar la generación de electricidad estática de tensiones elevadísimas. El operador, también, puede contribuir, por ejemplo, si lleva la ropa o los guantes de fibra hecha a mano, a acumular una carga estática. Esto puede dar como resultado no sólo unas lecturas fluctuantes o negativas, sino que también puede destruir los transistores y circuitos integrados empleados en la fabricación del humidímetro.

Los resultados pueden mejorarse considerablemente si el operador se queda totalmente parado y evita mover el instrumento y el cable de medida cuando efectúa la lectura.

Especialmente a la salida de secadores para madera contrachapada cabe esperar elevadísimas cargas estáticas. Por consiguiente, las mediciones de humedad de madera contrachapada seca se han de realizar únicamente después de haber reducido sufientemente la carga estática, lo cual puede acelerarse empleando unas medidas adecuadas de puesta a tierra.

Equilibrio de humedad de la madera - Contenido de humedad de equilibrio

Cuando se almacena madera durante período de tiempo suficientemente largo en una atmósfera ambiental constante, dicha madera adoptará el contenido de humedad que corresponde a este clima que se denomina Equilibrio de Humedad de la Madera.

Una vez que la madera ha alcanzado su equilibrio de humedad, ni desprenderá humedad, ni la absorberá del aire, a no ser que se produzcan cambios en la atmósfera del ambiente. La tabla inferior muestra

algunos valores de equilibrio de humedad que adopta la madera en las diferentes condiciones especificadas.

Equilíbrio de humedad de la madera					
	Temperatura del aire en °C				
Humedad relativa del aire	10°	15°	20°	25°	30°
	Humedad de la madera				
20 %	4,7 %	4,7 %	4,6 %	4,4 %	4,3 %
30 %	6,3 %	6,2 %	6,1 %	6,0 %	5,9 %
40 %	7,9 %	7,8 %	7,7 %	7,5 %	7,5 %
50 %	9,4 %	9,3 %	9,2 %	9,0 %	9,0 %
60 %	11,1 %	11,0 %	10,8 %	10,6 %	10,5 %
70 %	13,3 %	13,2 %	13,0 %	12,8 %	12,6 %
80 %	16,2 %	16,3 %	16,0 %	15,8 %	15,6 %
90 %	21,2 %	21,2 %	20,6 %	20,3 %	20,1 %

Monitorización del secado en horno

El HYDROMETTE RTU 600 permite un control y supervisión continuos del contenido de humedad y de la humedad de equilibrio (EMC) de la madera dentro del horno de secado cerrado. El instrumento portátil también puede emplearse para supervisar cualquier número de hornos de secado, mientras que el equipo de medida tipo estación se requiere instalarlo en cada horno.

El sistema de monitorización es idóneo para hornos compartimentados de cualquier diseño construidos con ladrillo o prefabricados. En cada horno, puede incorporarse el número deseado de sondas de medición de la humedad para madera. Para monitorizar el contenido de humedad de equilibrio y la medición de la temperatura sólo se requiere una sonda de medida, a no ser que se invierta periódicamente el sentido de giro de los ventiladores. En el último caso, debe instalarse una sonda de medición del contenido de humedad de equilibrio (EMC) y otra de medición de la temperatura en los dos lados opuestos en la dirección del flujo de aire, ya que estas lecturas siempre se han de tomar en el lado de entrada del aire de carga del horno.

Para tomar mediciones de la humedad en madera en el horno de secado durante el proceso de secado, colocar los selectores (4) y (5) en la posición adecuada para la especie de madera que se desea medir y el selector de temperatura (6) a la temperatura existente en el horno. Para las mediciones del contenido de humedad de equilibrio, colocar el selector (4) en la posición 3 y el selector (5) en la posición "4". Para medición de temperaturas, colocar el selector (4) en la posición "200°".

Para mediciones del contenido de humedad y del contenido de humedad de equilibrio en hornos de secado, se han de emplear electrodos y sondas especiales. Deben conectarse al selector TKMU de sonda de medida mediante cables especiales termorresistentes con aislamiento de Teflon. Siempre que se hayan

de tomar lecturas, el humidímetro Hydromette se ha de conectar al selector de sonda de medida empleando el cable de medición MK 8.

El selector de sondas de medida TKMU está disponible para la conexión de hasta 6 ó 10 sondas de medición del contenido de humedad de equilibrio y, opcionalmente, también con un dispositivo de conexión para una o dos sondas de medición de temperatura.

Para la disposición de las sondas de medida de la humedad de la madera y de la humedad de equilibrio en el horno de secado, proceder como se describe a continuación.

Instrucciones para el montaje

La instalación consiste simplemente en la colocación del selector (6) de sonda de medida fuera del horno, la instalación de un conector mural (1) para cada sonda de medida de contenido de humedad y de contenido de humedad de equilibrio dentro del horno y en la instalación de los cables principales (5).

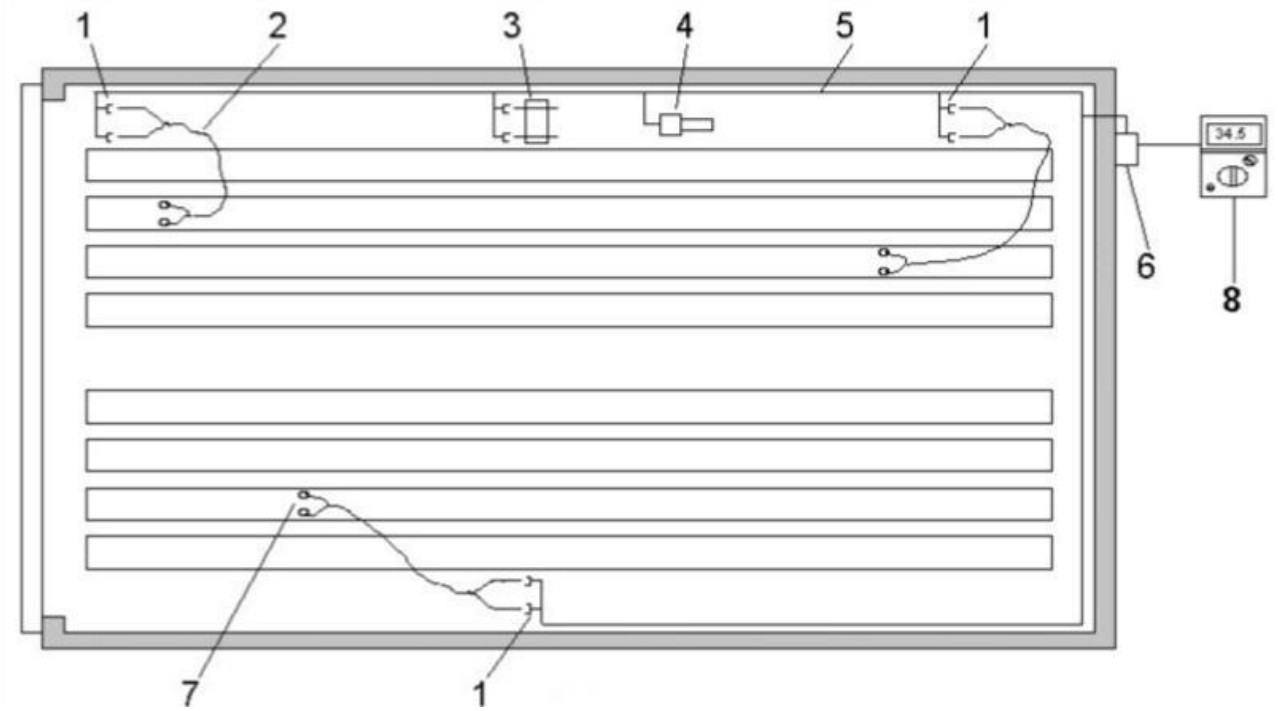
La figura de la página siguiente muestra una posible instalación en horno compartimentado de doble carril. El conector mural (1) para cada sonda de medida de contenido de humedad y de contenido de humedad de equilibrio va atornillado a la pared interior del horno. Cuando dispone de varios carros, se recomienda disponer los conectores murales cerca del extremo de cada carro de modo que los cables de los electrodos (2) puedan conectarse de manera cómoda cuando los carros estén en su posición. En el suministro de conjuntos completos de sondas de medida se incluyen tornillos y separadores de fijación adecuados.

Las sondas de medida (3) para medición del contenido de humedad de equilibrio y (4) de temperatura se han de instalar en el lado de entrada del aire de carga del horno. En el caso de hornos de secado invertibles, es decir, en los cuales los ventiladores funcionan alternativamente en sentido directo e

inverso, las sondas de medición del contenido de humedad de equilibrio y de la temperatura se han de instalar a ambos lados en la dirección del flujo de aire. El humidímetro (8) para medición de la humedad en la madera HYDROMETTE va conectado al selector mediante el cable estándar MK 8.

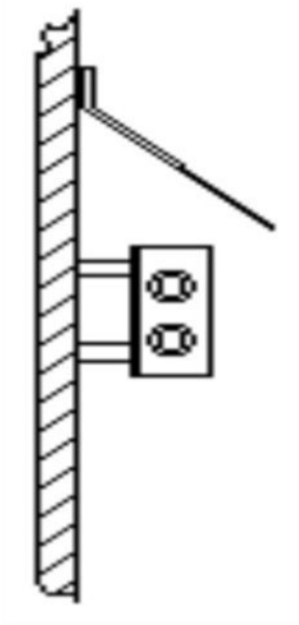
Lado de entrada del aire

Fig. 1



Lado de salida del aire

Disposición típica de una instalación con sondas de medición del contenido de humedad de equilibrio y de la temperatura y tres sondas de medición de la humedad de la madera.



El conector mural de la sonda de medición del contenido de humedad de equilibrio queda instalado de forma óptima si se coloca en un punto próximo al termómetro higrómetro de ampolla seca y mojada. La sonda debe quedar colocada directamente en el flujo de aire, pero no cerca del sistema de rociado. Debe protegerse contra el goteo de agua mediante una tapa de aluminio como se muestra en la Fig. 2. Además, también se ha de proteger contra la radiación directa de calor.

El selector de la estación de medida se ha de instalar fuera del horno en una posición que combine una fácil accesibilidad con las líneas de cable más cortas a los conectores murales dentro del horno. El selector también puede instalarse en el exterior, pero, en tal caso, debe protegerse contra la exposición directa a la influencia de las inclemencias meteorológicas.

Los cables se han de tender desde el interior del horno hacia el exterior del horno en un conducto o canaleta de aluminio o plástico. En los hornos construidos con ladrillo, el tubo debe rellenarse con cemento con un ángulo ligeramente descendente hacia el exterior. En los hornos prefabricados, se ha de soldar o instalar con una brida de estanqueidad y también inclinada un ligero ángulo hacia abajo.

Fig. 2

En todos los casos, el conducto para cables se ha de cerrar herméticamente en el interior después de haber instalado los cables, bien con material de sellado o con un tapón de goma perforado.

Los principales cables (5) que unen los conectores murales ? al selector (6) de la sonda de medición llevan en un extremo terminales para cables, los cuales tan sólo se han de enchufar sobre los bornes del selector.

El otro extremo del cable debe enchufarse en los terminales para cables instalados en los conectores murales después de pelar los extremos de los dos conductores. A continuación, deben crimparse los dos terminales de cables para apretar los dos conductores y garantizar un buen contacto.Dentro del horno, los cables deben fijarse directamente a la pared del horno mediante las bandas sujetacables incluidas en el suministro. No deben tenderse en conductos o canaletas para cables, a no ser que se coloquen en hornos de secado fabricados con paneles de madera.
Cada sonda estándar de medición de la humedad de la madera consta de dos electrodos de acero inoxidable de 10, 15 y 25 mm de longitud, un cable de electrodo de 4 m de longitud, un conector mural que incluye espaciadores y tornillos de fijación y un cable principal de 10 m de longitud con bandas sujetacables y tornillos de sujeción. Los electrodos de 15 mm y de 25 mm también están disponibles con aislamiento de Teflon si así se solicita de forma especial. Para maderas muy gruesas también pueden suministrarse electrodos de 40 mm de longitud con diseño aislado y no aislado.
La profundidad de penetración debe ser de 1/3 del espesor de los tableros que se desea medir, pero como mínimo 10 mm.

Preparación de las sondas de medición de la humedad en la madera

Las sondas de medición siempre se han de disponer aproximadamente en el centro de la pila. Cuando se empleen varios carros para horno o se carguen pilas en el horno, se reco mienda distribuir las sondas de medición a lo largo de varias pilas y a diferentes niveles.

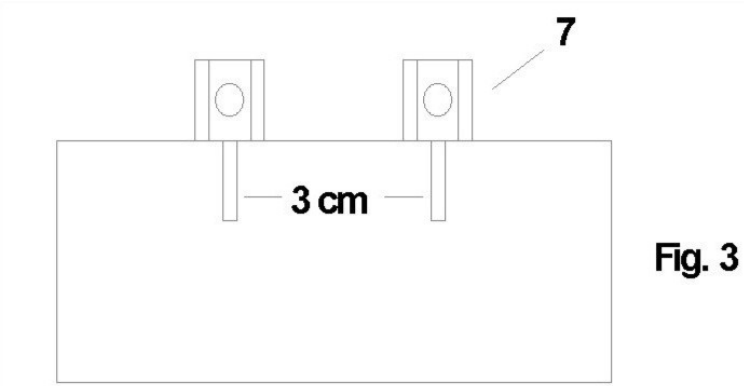


Fig. 3

Cuando se carga el carro del horno o se apilan los palets, perforar agujeros de 3 mm de diá- metro hasta la profundidad de penetración del electrodo completo en el tablero seleccionado. Los agujeros deben realizarse transversalmente respecto al grano, con una separación de 3 cm (Fig. 3). Introducir los electrodos en el tablero empleando la herramienta especial para electrodos que puede suministrarse para la in-

trodución y extracción de los electrodos.
Introducir los conectores del cable del electrodo en los agujeros de conexión de los electrodos y pasar el cable por alrededor del lateral o por la parte posterior de la pila.

Tener cuidado de no dañar el cable al apilar el resto de la madera en el carro o en el palet.

Cuando el carro o el palet esté en su posición, conectar el cable del electrodo al conector de la pared en el horno.

Sonda de medición del contenido de humedad de equilibrio

La sonda de medición del contenido de humedad de equilibrio consta de un portaelectrodo con 50 sensores del contenido de humedad de equilibrio en la madera, un conector mural y un cable principal de 10 m de longitud con tiras de sujeción. Sacar el portaelectrodo tipo enchufable del conector mural y aflojar las tuercas moleteadas hasta el tope. El contenido de humedad de equilibrio se mide en una muestra fina de Afara blanca. El sensor se ha de colocar entre las abrazaderas del portaelectrodo, con el grano formando ángulos rectos respecto a dichas abrazaderas. A continuación, apretar las tuercas moleteadas hasta el tope. Ahora insertar el portaelectrodo en los conectores hembra del conector mural.

El sensor se ha de sustituir cada ciclo de secado.

Sonda de medición de la temperatura

Además de las sondas de medición del contenido de humedad y del contenido de humedad de equilibrio también puede instalarse una sonda de medición de la temperatura y conectarse al selector de la sonda de medición para tomar lecturas con el Hydromette RTU 600. Preferiblemente, se ha de colocar próxima a la sonda de medición del contenido de humedad de equilibrio. La sonda de temperaturas se suministra en diseño estándar con un cable de conexión de 10 m de longitud y un soporte de sujeción. Bajo demanda también pueden suministrarse cables de mayor longitud, es decir, para las sondas de medición del contenido de humedad y del contenido de humedad de equilibrio.

Observaciones finales

El significado del término "humedad de la madera" es evidente y no requiere ninguna explicación, excepto, quizá, que el porcentaje de humedad siempre se refiere al peso en seco.

Sin embargo, el término "humedad de equilibrio de la madera" (EMC) un factor de la máxima importancia para un secado eficaz, no siempre se interpreta con claridad. Dicho término significa el grado de humedad que alcanza una pieza de madera si se almacena durante un período suficientemente largo en una determinada atmósfera, es decir, a una temperatura ambiente y humedad del aire determinadas.

Por último el "gradiente de secado" es la relación entre la humedad de la madera y la humedad de equilibrio. Este puede expresarse mediante la fórmula

$$\frac{\text{Humedad de la madera}}{\text{Humedad de equilibrio}} = \text{Gradiente de secado}$$

Los programas de secado convencionales frecuentemente hacen referencia a la humedad relativa del aire o a la depresión en una ampolla mojada (diferencia psicométrica). La tabla inferior permite convertir los valores de depresión de ampolla mojada en valores EMC y viceversa.

Temperatura de ampolla seca (°C) (Temperatura de secado)											
		35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
		Valores EMC										
Depresión de ampolla mojada	25			1.6	2.5	3.2	3.4	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9
	20	2.0	3.0	3.5	4.2	4.6	4.7	4.8	4.9	4.9	4.8	4.7
	18	3.0	3.9	4.3	4.9	5.2	5.3	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3
	16	4.0	4.9	5.3	5.7	5.8	5.9	6.0	6.0	6.0	5.9	5.8
	14	5.4	5.9	6.2	6.5	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.4
	12	6.5	7.0	7.2	7.5	7.7	7.7	7.5	7.5	7.4	7.3	7.2
	10	7.8	8.2	8.4	8.6	8.7	8.6	8.5	8.4	8.3	8.2	8.0
	9	8.5	8.9	9.1	9.3	9.3	9.2	9.1	9.0	8.8	8.7	8.5
	8	9.3	9.6	9.7	9.8	9.8	9.8	9.7	9.6	9.5	9.3	9.2
	7	10.2	10.4	10.6	10.7	10.7	10.6	10.5	10.4	10.2	9.9	9.8

Temperatura de ampolla seca (°C) (Temperatura de secado)											
		35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
		Valores EMC										
Depresión de ampolla mojada	6	11.2	11.4	11.5	11.6	11.5	11.4	11.3	11.1	10.8	10.7	10.5
	5	12.2	12.4	12.6	12.7	12.6	12.5	12.4	12.2	11.8	11.7	11.4
	4	13.6	13.8	13.9	13.9	13.8	13.7	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6
	3	15.3	15.7	15.7	15.5	15.4	15.3	15.0	14.8	14.5	14.3	14.0
	2.5	16.7	16.8	16.8	16.6	16.4	16.3	16.1	15.8	15.5	15.3	14.9
	2	18.0	18.0	18.0	17.8	17.6	17.4	17.1	16.8	16.5	16.3	16.0
	1.8	18.6	18.7	18.7	18.5	18.3	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.4
	1.6	19.3	19.4	19.4	19.2	19.0	18.7	18.3	18.0	17.7	17.3	17.0
	1.4	19.9	20.0	20.0	19.8	19.6	19.3	19.0	18.6	18.3	17.9	17.6
	1.2	20.8	20.9	20.9	20.7	20.5	20.3	19.8	19.4	19.0	18.7	18.3

Instrucciones de empleo para la medición de la humedad en materiales de construcción por el método de la resistencia

Colocar el selector (4) en la posición "B".

Conectar el electrodo de medición seleccionado en el conector hembra (1) del instrumento con el cable de medición MK 8 e introducir o hincar el electrodo en el material que se desea medir.

Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado visualizado en el indicador LCD (3).

Convertir la lectura en un porcentaje de humedad mediante los gráficos de escala que aparecen al final de esta sección.

Conexión de los electrodos

Pueden emplearse diferentes electrodos con el instrumento en función del material que se desea medir. Los electrodos se conectan al conector hembra (1) del instrumento mediante el cable de medición MK 8. En el lado del instrumento, este cable lleva un conector BNC. Girarlo en sentido horario hasta que quede bloqueado. Para desconectarlo, girar en sentido antihorario el aro de sujeción entallado y extraer el conector. ***No forzar ni tirar del cable.***

Medición de materiales de construcción fraguados

Para la medición de materiales de construcción blandos debe emplearse el electrodo introducible M 20, mientras que para la medición de materiales de construcción duros tales como los pavimentos de hormigón y cemento, se han de emplear electrodos hincables M 6 ó M 21/100, empleando pasta de contacto.

Para las mediciones con penetración, hasta una profundidad de 250 mm, sobre hormigón o mampostería, pueden suministrarse los electrodos especiales M 21/250. Los electrodos insertables especiales M 20-Bi disponibles con varillas aisladas de 200 ó 300 mm de longitud se han concebido especialmente para realizar mediciones de materiales ocultos tras otro panel o cubierta o de otro modo inaccesibles para otros electrodos.

Están disponibles casquillos de medida especiales del tipo M 20-OF 15 para la medición en superficies (sobre hormigón, etc.). Pueden emplearse únicamente junto con el electrodo M 20.

Electrodo introducible M 20

Para mediciones con penetración, hasta una profundidad de 70 mm, en materiales fraguados blancos (yeso, escayola, etc.), introducir las varillas de los electrodos en el material que se desea medir (el cuerpo del electrodo es de plástico resistente a impactos). Tener cuidado de que ambas varillas del electrodo se introducen sólo en el material que se desea medir.

Cuando se extrae el electrodo, las varillas pueden aflojarse por ligeros movimientos oscilantes hacia los lados. Las tuercas de los casquillos se han de apretar mediante una llave inglesa antes de una serie de mediciones. Unas varillas flojas podrían sufrir fácilmente una rotura.

Cuando el instrumento se suministra con el electrodo M 20 como electrodo inicial, las varillas de repuesto de 16 y 23 mm de longitud (clavos de acero comerciales) se incluyen en el suministro. Pueden emplearse para mediciones hasta una profundidad de 20 mm o 30 mm, respectivamente. Para mediciones a profundidades mayores, pueden sustituirse por varillas más largas pero debe señalarse que la propensión a romperse o a doblarse aumenta con la longitud de las varillas.

Casquillos para medición en superficies M 20-OF 15

Para las mediciones en superficies en materiales lisos, se han de desatornillar las dos tuercas de unión hexagonales y se han de sustituir por los casquillos de medición en superficies. Para realizar la medición, las dos superficies de contacto se han de presionar firmemente contra el material que se desea medir. La profundidad de medición es de aproximadamente 3 mm. Las partículas que se adhieren a la superficie de medición deben eliminarse periódicamente. Si las pastillas de plástico elásticas resultaran dañadas, pueden solicitarse de nuevo y pegarse empleando un adhesivo instantáneo comercial normal con base cianato.

Los errores de medida pueden estar provocados por una superficie contaminada o sucia (por ejemplo, por presencia de aceite)

Electrodo insertable M 6

Los dos electrodos concebidos exclusivamente para comprobaciones de la humedad en materiales de construcción fraguados se introducen a presión, con una separación de aproximadamente 10 cm entre sí, en el material que se desea medir. Ambos electrodos se han de insertar en idéntico tipo de material de construcción. Además, la sección que se desea medir debe ser coherente y no debe estar atravesada por otro material. Si el material es demasiado duro para introducir a presión los electrodos con la mano (por ejemplo, suelos de cemento, hormigón, etc.) perforar agujeros de 6 mm y rellénelos con pasta de contacto.

Cuando el instrumento se suministra con electrodos insertables M 6 como equipo inicial, en el sumini-stro se incluyen dos varillas de 23 mm, 40 mm y 60 mm de longitud. Dichas varillas son idóneas para la realización de mediciones de profundidades de hasta 30 mm, 50 mm ó 70 mm, respectivamente.

Las tuercas de casquillo deben apretarse mediante una llave inglesa. Para garantizar un buen contac-to, los agujeros perforados deben rellenarse bien compactos en toda su profundidad con pasta de contacto.

Cuando se estén midiendo materiales de construcción duros y no se emplee pasta de con-tacto, debe esperarse un considerable error de medida (los valores indicados serán excesi-vamente bajos).

Electrodo de profundidad M 21-100/250

Estos dos electrodos, concebidos exclusivamente para la medición de materiales de construcción fraguados, permiten una profundidad de medición de hasta 100 mm ó 250 mm respectivamente. Los manguitos aislados impiden que los resultados resulten distorsionados por un elevado grado de humedad en la superficie, como puede ser provocado por el rocío o la lluvia.

Perfore dos taladros ciegos de 10 mm de diámetro separados aproximadamente 8 cm ó 10 cm (la sección que se ha de medir debe ser coherente y ser de idéntico material).
Es muy importante utilizar una broca afilada a baja velocidad. Donde se genere una cantidad excesiva de calor en el agujero, es necesario esperar como mínimo 10 minutos antes de introducir la pasta de contacto. Insertar la punta del tubo 30 mm en dirección vertical hacia la pasta de contacto para rellenarlo con pasta. Limpiar el exterior del tubo del electrodo justo en la punta e insertarlo en el taladro ciego. Preparar el segundo taladro de idéntica manera. Conectar el cable de medición a la varilla del electrodo e insertar esta última en el tubo del electrodo. Presionar la pasta de contacto hacia extremo del agujero ejerciendo presión con la varilla. Conectar el cable de medida al instrumento, pulsar la tecla de medición y leer el resultado.

Aviso

En determinadas circunstancias, las lecturas pueden ser distorsionadas si existe demasiado material de contacto en el tubo del electrodo o si se extrae e inserta repetidas veces un tubo de electrodo contaminado con pasta de contacto.

Pasta de contacto

La pasta de contacto se suministra en cantidades de aprox. 450 g en una caja de plástico cerrada herméticamente con un tapón roscado. Se emplea para obtener un buen contacto entre la punta del electrodo y el material de construcción que se desea medir o para que sirva de prolongación de la punta del electrodo. La humedad desplazada por la humedad de taladrado se reconduce al material que se desea medir a través del agua contenida en la pasta de contacto de alta conductividad.

La superficie del material que desea medir no debe inundarse con la pasta de contacto, ya que esta última presenta una elevada conductividad. Cuando se emplean los electrodos M 6, se recomienda arrollar una cantidad adecuada de pasta de contacto formando una mecha fina e introducirla a presión en el agujero con el extremo invertido de la broca.

Es posible mantener la pasta de contacto moldeable añadiendo agua corriente del grifo. La cantidad contenida en una caja, por regla general, es suficiente para realizar aproximadamente 50 mediciones.

Electrodo insertable M 20-Bi 200/300

Para la medición de vigas ocultas en construcciones estructurales y, concretamente, en tejados planos o aislados o fachadas.
Para impedir daños al aislamiento de las puntas se recomienda no introducirlas en materiales de construcción duros (escayola, plafones de escayolayeso, etc.). Evidentemente, puede penetrarse fácilmente en materiales aislantes, tales como fibra de vidrio, lana de roca, etc. De no ser así, es preciso taladrar agujeros preliminares de 100 mm de diámetro. Las puntas aisladas permiten una medición correcta, en la que no influye el contenido de humedad de los demás materiales atravesados por las varillas de los electrodos.
Extraer las tuercas de unión hexagonales con varillas estándar de electrodo del electrodo M 20 y montar varillas de electrodo M 20-Bi. Apretar firmemente.

Contenido de humedad de equilibrio

Lo que generalmente se designa valor de humedad de equilibrio se refiere a una temperatura ambiente de 20°C y a una humedad del aire ambiental de 65 % h.r. Frecuentemente, estos valores también se designan "seco aire". Sin embargo, no deben confundirse con los valores a los cuales puede procesarse o trabajarse el material.
Antes de pintar o colocar un pavimento, se ha de tener en cuenta la capacidad de difusión del recubrimiento y las futuras condiciones ambientales en el recinto. Cuando se colocan pavimentos de PVC en un recinto con calefacción central con un falso suelo de anhidrita, el pavimento no puede colocarse hasta que el suelo se ha secado a aprox. 0,6 % c.d.h.
Por otro lado, los suelos de parquet pueden colocarse en un suelo de cemento en un recinto con calefacción normal de estufa, con un margen de humedad de 2,5 hasta 3,0 % c.d.h.
Las condiciones ambientales a largo plazo también se han de tener en cuenta cuando se evalúen superficies de paredes. El revoco de mortero de cal en una bodega cóncava antigua puede presentar un contenido de humedad del 2,6% y, no obstante, puede someterse a un tratamiento. Pero un contenido de humedad de tan solo por encima del 1% se considera demasiado elevado para revoco de yeso en un recinto con calefacción central.

Tiene una importancia vital considerar las condiciones ambientales a la hora de determinar el contenido de humedad de un material de construcción. Todos los materiales están expuestos a temperaturas y humedades del aire que varían constantemente. El efecto del contenido de humedad del material depende fundamentalmente de la conductividad térmica, capacidad calorífica, resistencia a la difusión de vapor de agua y propiedades higroscópicas del material.

El contenido de humedad "deseado" de un material, por consiguiente, corresponde a su humedad media de equilibrio en las condiciones ambientales variables a las cuales está expuesto constantemente el material. Los valores de humedad del aire para Europa Central se sitúan en un margen de aproximadamente 45 hasta 65% h.r. en el verano y aprox. del 30 al 45% en invierno. Se produce un fuerte daño en invierno, especialmente en recintos con calefacción central, como consecuencia de estas fuertes oscilaciones.

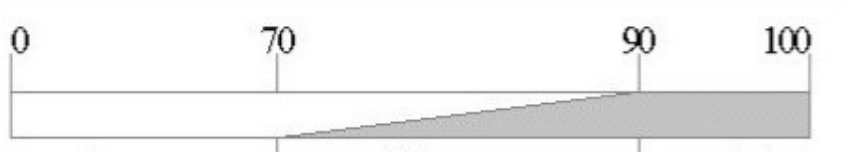
No es posible definir valores de validez universal. Siempre se requiere la experiencia del profesional y del experto para sacar conclusiones correctas de cualesquiera lecturas.

En el caso de los materiales de construcción inorgánicos, por regla general, el contenido de agua se indica como porcentaje del peso en seco. El contenido de agua higroscópico de cualquier material es en gran medida proporcional a su densidad, es decir, para todas las densidades aparentes de un material de construcción, se registra idéntico valor cuando la humedad se indica como valor porcentual del peso en seco, pero con una densidad aparente doble, la lectura en porcentaje de volumen sería dos veces más grande.

Valores de humedad de equilibrio

Los márgenes de humedad mostrados en los gráficos tienen el siguiente significado:

% h.r. Clima ambiental

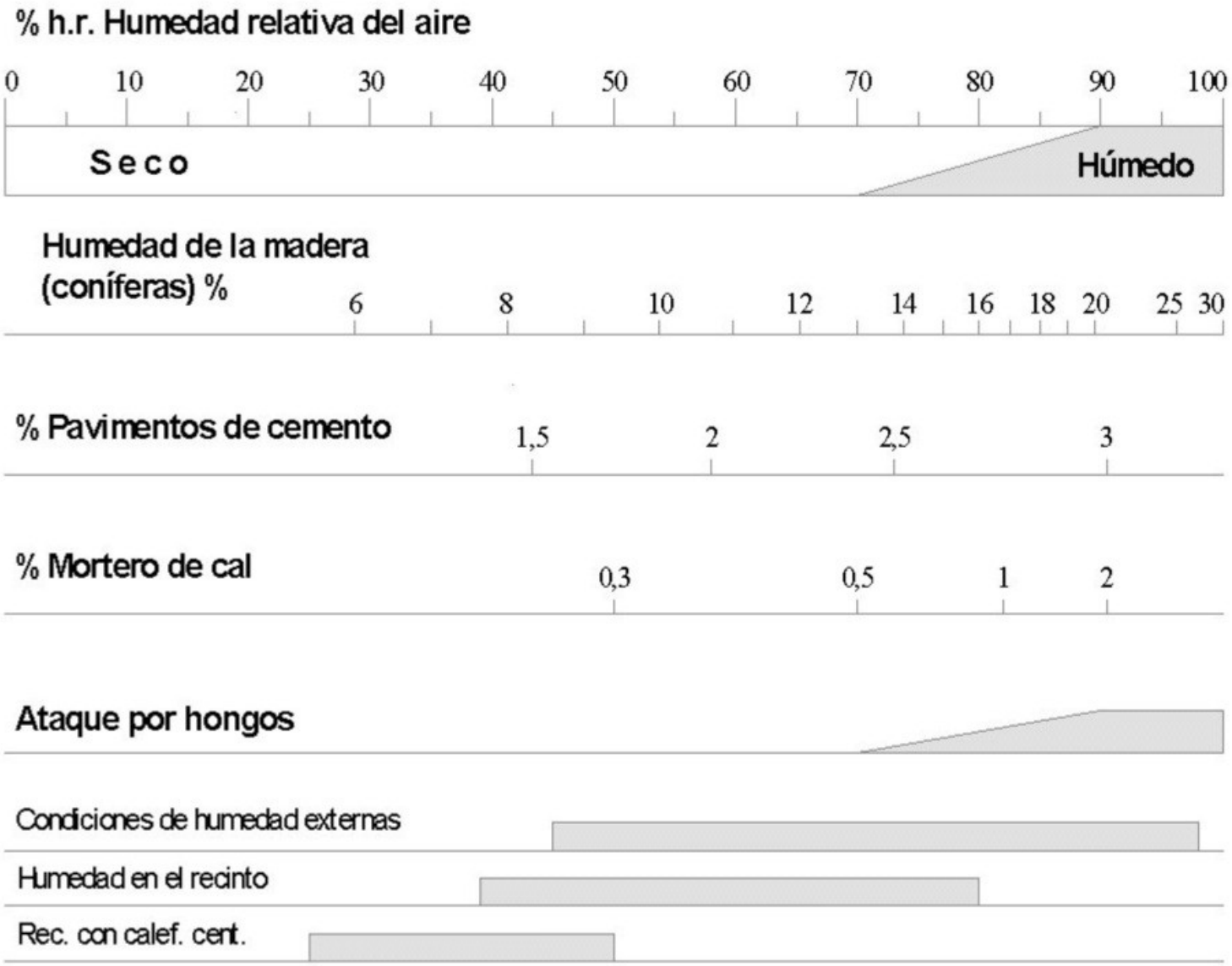


Estado del material Seco Campo de equilibrio Húmedo

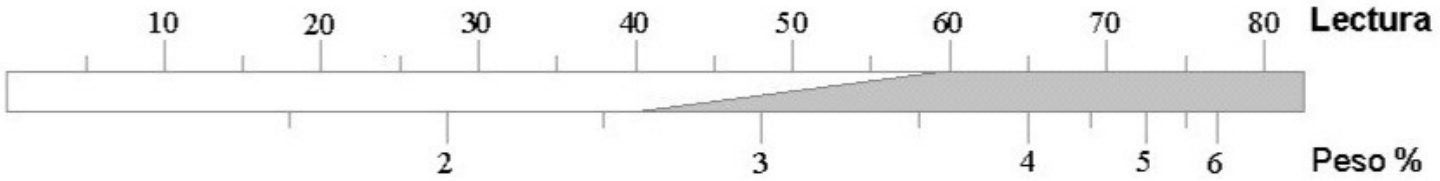
Sección blanca	Seco	humedad de equilibrio alcanzada
Blanca-negra:	Fase de equilibrado	**Precaución:** Los recubrimientos de suelos o las colas impermeables a la hmedad todavia no deben haberse aplicado!
Sección negra:	Húmedo	Debe evitarse realizar cualquier trabajo!

Se ha observar que un estado de equilibrio completo de humedad habitualmente se logra tan solo al cabo de 1 – 2 anos. Las barreras de vapor y la humedad ambiental a largo plazo son factores decisivos.

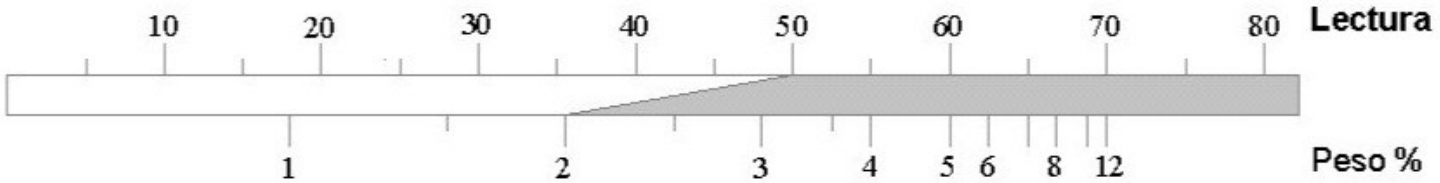
Tabla de comparación Humedad del aire/Humedad estructural


% h.r. Humedad relativa del aire
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Seco
Húmedo
Humedad de la madera (coníferas) %
6 8 10 12 14 16 18 20 25 30
% Pavimentos de cemento
1,5 2 2,5 3
% Mortero de cal
0,3 0,5 1 2
Ataque por hongos
Condiciones de humedad externas
Humedad en el recinto
Rec. con calef. cent.

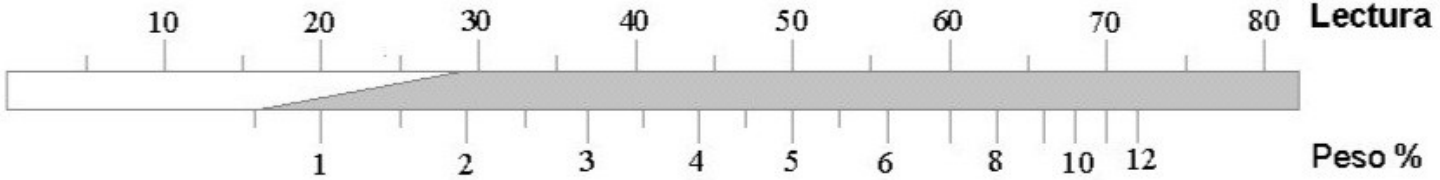
Mortero de cemento



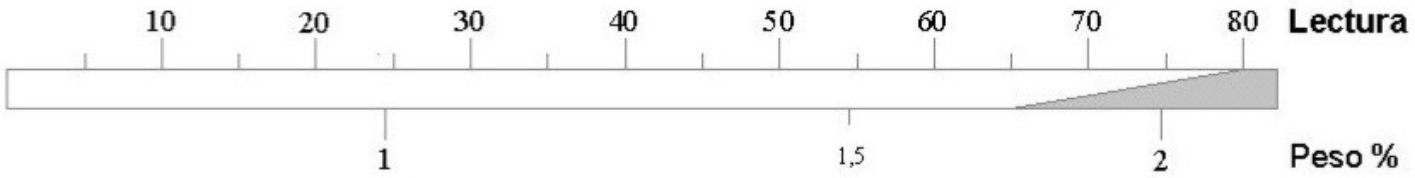
Mortero de cal



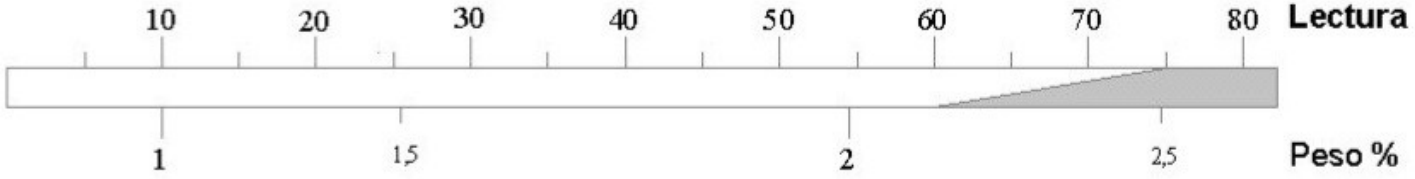
Escayola



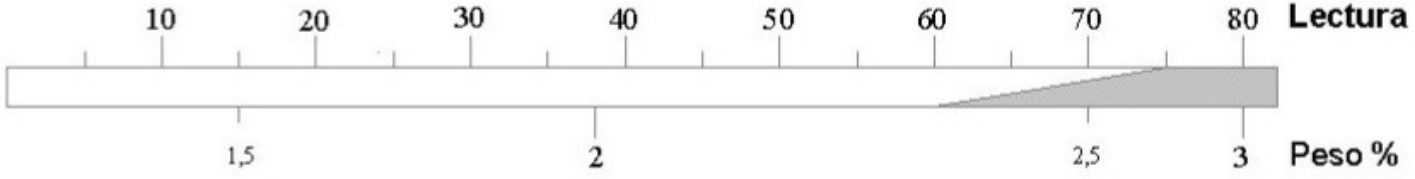
Hormigón B 15



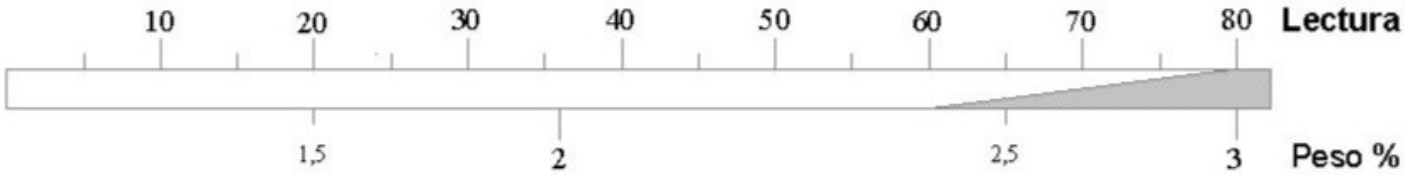
Hormigón B 25



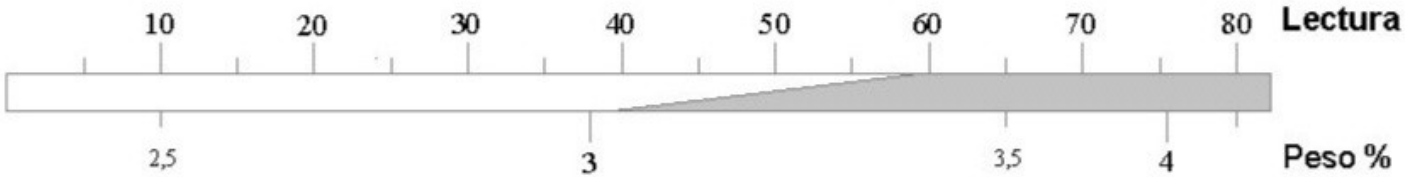
Hormigón B 35



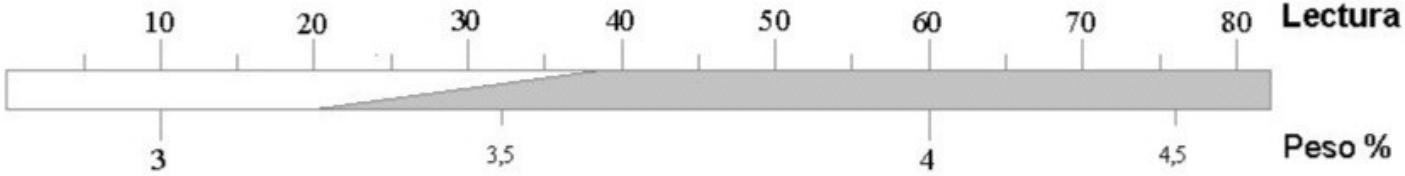
Pavimentos de cemento
sin aditivos excepto
acelerador de fraguado



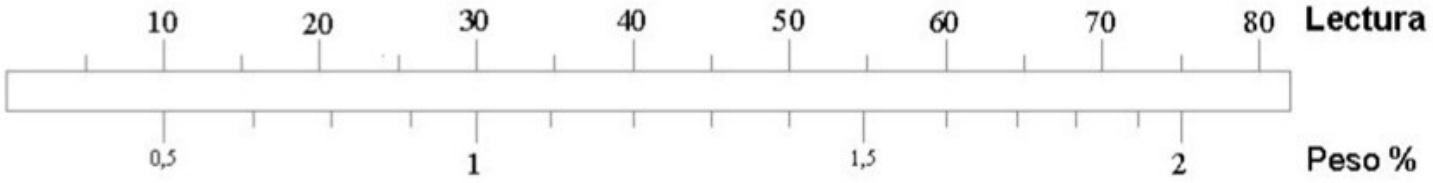
Pavimentos de cemento
con adición de materiales sintéticos



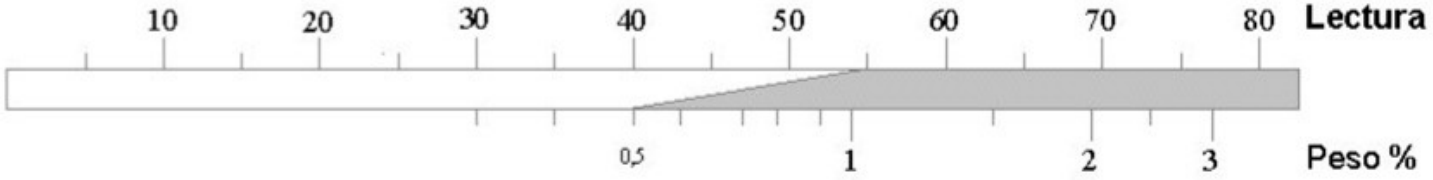
Pavimentos de cemento
con adición de betún



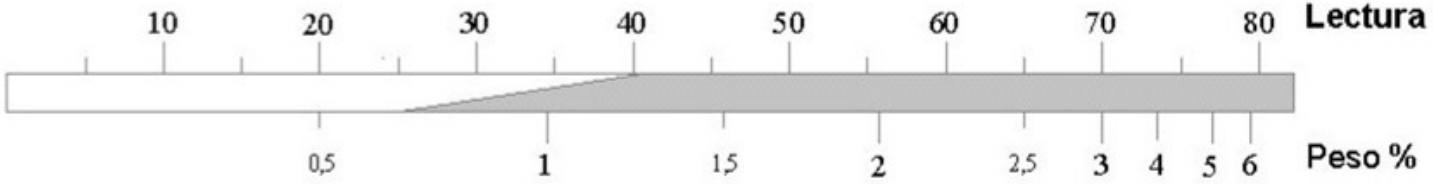
Pavimento de cemento Ardurapid



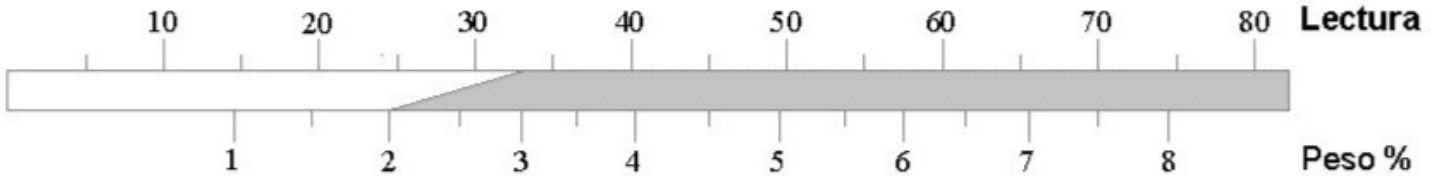
Pavimento de Durament



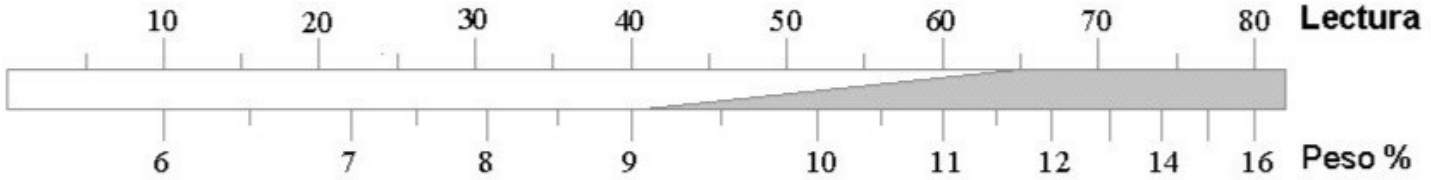
Pavimento suelo de yeso



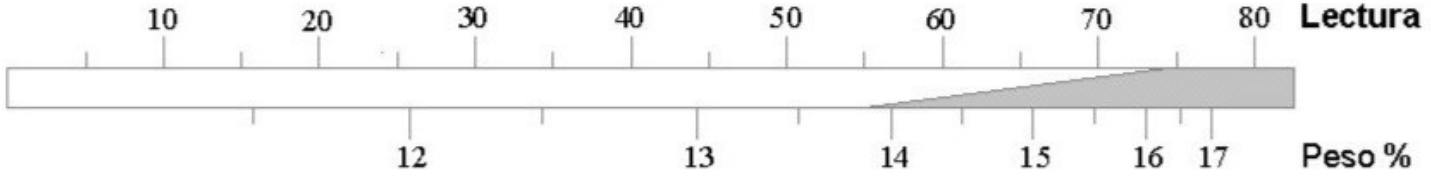
Pavimento suelo de Elastizell



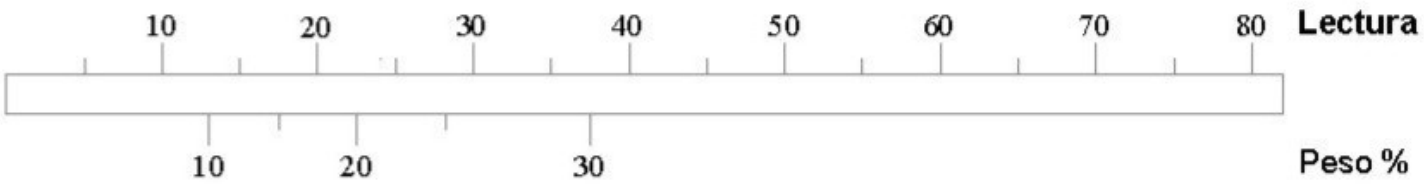
Pavimento de mástic



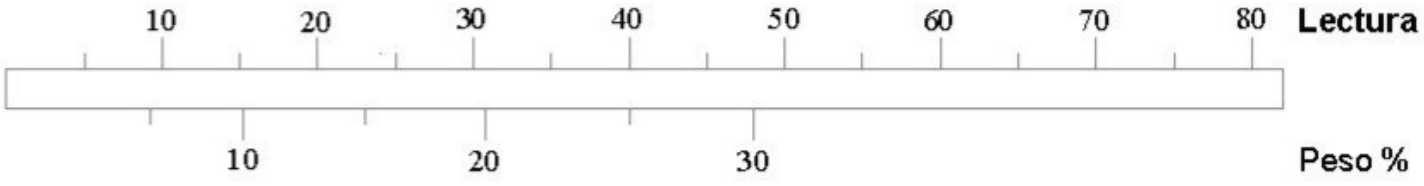
Xylolith



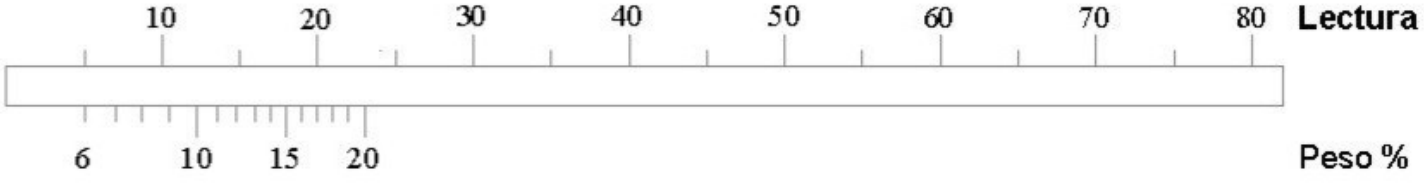
Tableros de fibra de madera con base betún



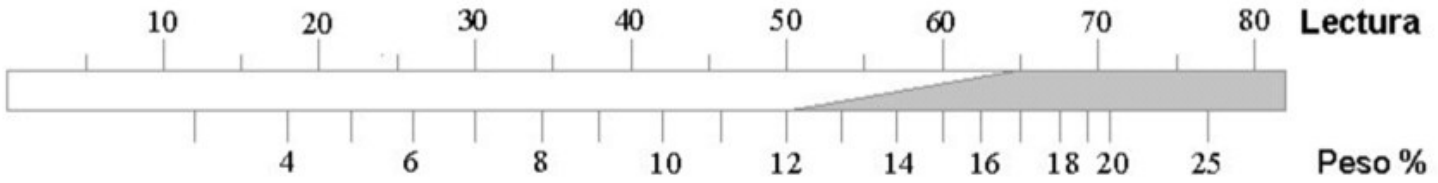
Corcho



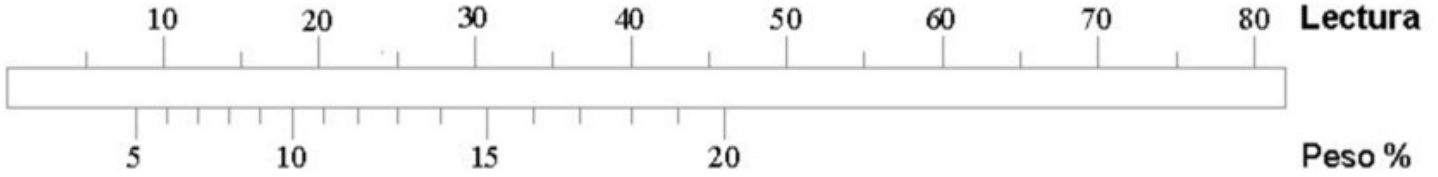
Polyestireno



Hormigón aireado



Paneles de aglomerado aglutinados con cemento



Materiales de construcción o aislantes no asignables a uno de los gráficos de conversión precedentes

Algunos materiales de construcción, por ejemplo, el ladrillo, el adobe, etc. no pueden medirse con la habitual precisión debido a que presentan diferentes cantidades de aditivos minerales o tiempos de cocción diferentes. Sin embargo, esto no supone que la realización de mediciones comparativas con idéntico material o en idéntico lugar no tengan valor alguno.

La obtención de diversos valores elevados puede, por ejemplo, demostrar la magnitud o di-mensiones de un parche húmedo debido a daños provocados por el agua. Las mediciones comparativas en el interior seco y en el exterior húmedo de una pared pueden demostrar cómo va avanzando el proceso de secado.

Los materiales aislantes, por ejemplo, la roca o la lana de vidrio, espumas plásticas, etc., no pueden medirse en su estado seco debido a su gran capacidad aislante. Las lecturas fluctúan ampliamente e incluso arrojan valores negativos, debido a la estática endógena. Los materiales aislantes de húmedos hasta mojados pueden medirse en un margen de 20 hasta 100 dígitos de divisiones de la escala. Sin embargo, no es posible la conversión a porcentaje en peso o porcentaje en volumen. Es importante que los electrodos no penetren excesivamente en el material aislante. Si esto ocurre, puede que el display indique un valor incorrecto, ya que habitualmente el soporte subyacente presenta un contenido de humedad muy superior.

Instrucciones para la medición no destructiva del contenido de la hume-dad en materiales de construcción empleando los electrodos activos MB 35 y B 50

Colocar el selector "X" (4) en la posición "M".
Conectar el electrodo al conector hembra (2) del instrumento y aplicarlo como se describe en el presenta manual.
Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado visualizado en el indicador LCD (3).

Electrodo activo MB 35

El electrodo activo MB 35 se ha desarrollado especialmente para la medición de la humedad en superficies de hormigón y falsos suelos y es especialmente idóneo para las comprobaciones de la humedad antes de efectuar un recubrimiento o encolado.
La gama de medición va de 1,0 hasta 8,0 % del peso en seco (según la prueba en el horno). La lectura se visualiza directamente en porcentaje de humedad.
El electrodo lleva como equipo estándar casquillos para medición de superficies M 20-OF 15 con pastillas de contacto elásticas de plástico conductor. Las pastillas van encoladas a su soporte, el cual, a su vez, va atornillado a la maneta del electrodo. Asegurarse de que los casquillos de medición quedan perfectamente atornillados. Cambiar las pastillas elásticas de medición si están desgastadas o deterioradas. Sujetar las nuevas pastillas sobre la placa soporte empleando un adhesivo instantáneo comercial con base de cianato.

Empleo del electrodo activo MB 35

Conectar el electrodo al instrumento y colocar a presión las pastillas de medición firme
mente sobre el hormigón. Pulsar la tecla de medición y leer el resultado en porcentaje del peso en seco.
La superficie de hormigón debe limpiarse para eliminar el polvo y agentes separadores y otros contaminantes y así garantizar unos resultados de medición correctos.

El electrodo activo B 50

EL electrodo activo B 50 es un sensor de humedad dieléctrico con circuitería integrada. Se ha previsto específicamente para la determinación de la absorción de humedad y de la distribución de la humedad en materiales de construcción, por ejemplo, ladrillo, hormigón, tablones de madera, lana, materiales aislantes, etc.

La base de la medición es el método de medición de la constante dieléctrica. Entre el electrodo de cabeza esférica y el material que se desea medir con el que hace contacto el electrodo se crea un campo de medición en el cual influye la densidad del material de construcción que se desea medir y su contenido de humedad. Si la densidad del material es constante, las variaciones del campo capacitivo pueden hacerse corresponder con una variación en el contenido de humedad del material que se desea medir.

El margen de medida va de 0 hasta 199 dígitos, es decir, los valores visualizados son valores relativos. Si las mediciones se llevan a cabo en idénticos materiales de construcción en las mismas condiciones ambientales, las modificaciones en los valores medidos indican una variación del contenido de humedad. Cuanto mayor es el valor medido, mayor es el contenido de humedad del material medido. De este modo, es fácil localizar la distribución de la humedad y las concentraciones de humedad en paredes, techos y suelos.

Sacar conclusiones sobre el contenido de humedad real en porcentaje a partir de la variable medida sólo es posible en el caso de un proceso normal de secado. La densidad bruta del material de construcción que se desea medir es, en este caso, un factor influencia que se ha de tener en cuenta. Las densidades brutas elevadas conducen a unos valores de indicación superiores, independientemente del contenido de humedad.

Empleo del electrodo activo B 50

Para evitar que la mano del operador influya en el resultado de la medición, el electrodo debe sujetarse únicamente por su mitad inferior durante la comprobación y la medición. La mitad superior debe permanecer libre.

Comprobación

A no ser que se sujete permanentemente, colocar la varilla esférica en el conector hembra sobre el electrodo y conectar el cable al instrumento de medida. Sujetar el electrodo en el aire y pulsar la tecla de medición del instrumento de medida. Debe indicar un valor comprendido entre -5,0 y 5,0 dígitos. Si el valor indicado no está dentro del margen de valores permitidos, aumentar o, en su caso, reducir la lectura girando ligeramente el potenciómetro ubicado tras una abertura existente en la mitad superior de la maneta gris de plástico del electrodo activo empleando un pequeño destornillador.

Medición

Pulsar la tecla de medición del humidímetro y colocar la bola del electrodo en contacto con la superficie que se desea medir. La bola del electrodo debe estar en firme contacto con el material. En la medida en que sea posible, el electrodo debe mantenerse perpendicular a la superficie que se está midiendo. En la medición en esquinas sólo es posible realizar esta operación respetando una distancia mínima de aprox. 4 - 5 cm respecto al borde. La lista que aparece a continuación se muestra a título de referencia sobre los valores visualizados que cabe esperar en la práctica así como su clasificación:

Madera	seca	25 - 40 dígitos
	húmeda	80 - 140 dígitos
Contrucción de ladrillo en zona habitada	seca	25 - 40 dígitos
	húmeda	100 - 150 dígitos
Construcción de ladrillo en sótano	seca	60 - 80 dígitos
	húmeda	100 - 150 dígitos

En función de la densidad bruta, las indicaciones de más de 130 dígitos indicarían la presencia de agua libre. En el caso de piezas metálicas cubiertas (acero de refuerzo, tubos, conductos, tiras de sujeción de escayola, etc.), incluso si el entorno está de otro modo seco, la indicación salta a aproximadamente 80 dígitos (si el recubrimiento es muy fino, incluso a un valor superior). Esto se ha de tener en cuenta cuando se evalúan los valores visualizados.

Valores visualizados (dígitos) en relación con la densidad bruta del material

Densidade bruta kg / m³	**Humedad relativa correspondiente del aire** 30 — 50 — 70 — 80 — 90 — 95 — 100 **Indicación en dígitos**					
	muy seco	**seco normal**	**semi-seco**	**húmedo**	**muy húmedo**	**mojado**
hasta 600	10 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 90	90 - 110	más de 100
600 -1200	20 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 100	100 - 120	más de 120
1200 -1800	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	110 -130	más de 130
más da 1800	30 - 50	50 - 70	70 - 90	90 - 120	120 - 140	más de 140

Valores visualizados (dígitos) en porcentajes de peso

Indicación (digitos)		40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Mortero de cemento	Peso %	1.8	2.2	2.7	3.2	3.6	4.1	4.5	5.0	5.5	5.9
Tablón anhidrita	Peso %	0.1	0.3	0.6	1.0	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.3
Hormigón B 15, B 25, B 35	Peso %		1.3	1.9	2.5	3.2	3.8	4.4	5.0	5.6	6.2
Mortero de cemento	Peso %	1.8	2.7	3.5	4.6	6.0	7.0	7.8			
Mortero de cal	Peso %	0.6	2.0	3.3	4.5						
Mezcla de cemento de cal y escayola	Peso %	2.2	3.6	5.0	6.4	7.8	9.2	10.6	11.0		
Yeso-escayola	Peso %	0.3	0.5	1.0	2.0	3.5	6.5	10.0			

Los valores visualizados son valores de referencia. Se refieren a una profundidad de 1,5 hasta 3 cm en el caso de una medición en la superficie y un proceso normal de secado. Los porcentajes en peso se basan en una prueba en horno a 105°, para yeso y aglutinantes de anhidrita a 40°C.

Nota

Las referencias y tablas relativas a las concentraciones de humedad admisibles o habituales en la práctica incluidas en el Manual de instrucciones y en las definiciones generales se han tomado de la bibliografía especializada. Por consiguiente no puede garantizarse la corrección de los valores indicados. Las conclusiones que cada usuario puede sacar para sus propios fines a partir de los resultados de las mediciones se basan en las circunstancias individuales y en los conocimientos que ha obtenido de sus actividades profesionales.

Instrucciones para medición de la humedad en materiales de construc-ción en base a la medición de la humedad relativa del aire

empleando los electrodos activos RF-T 31 y RF-T 36

Colocar el selector "X" (4) en la posición "M".

Conectar el electrodo activo seleccionado al conector hembra (2) del instrumento.

Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado visualizado (en % h.r.) por el indicador LCD (3).

Especificaciones técnicas

Margen de medida: 5 hasta 89 % h.r. durante períodos cortos. Para mediciones continuas durante un prolongado período de tiempo en un nivel superior al 80 % h.r., se requiere una calibración especial de los sensores de medida.

Margen de temperaturas de trabajo admisibles para el instrumento y los electrodos:

-10°C hasta +60 °C durante períodos cortos,
0°C hasta +50 °C durante períodos largos.

Condiciones ambientales permitidas para el almacenaje del instrumento y los electrodos:

-10°C hasta +60 °C durante períodos cortos,
5°C hasta +40 °C durante períodos largos.
5 % hasta +98 % h.r. durante períodos cortos, *)
35 % hasta +70 % h.r. durante períodos largos, *)

(* sin condensación)

Medición de la humedad relativa del aire / actividad acuosa en mate-riales de construcción

Habitualmente, este método se emplea para mediciones en profundidad en edificios antiguos (de piedra arenisca, roca basta, paredes húmedas con eflorescencia, etc.) en las cuales las mediciones basadas en el método de dedición de la resistencia arrojan resultados no reproducibles. Para tal fin, se emplea el electrodo activo RF-T 31 con longitudes de tubo especiales de 250 y 500 mm. En el caso de mediciones a lo largo de un período prolongado en varios puntos o a varias profundidades, deben sujetarse y cerrarse los agujeros taladrados mediante un manguito de mampostería/adaptador para taladros.

El método para medir la humedad relativa/humedad de equilibrio en tablones de madera se emplea fundamentalmente en Gran Bretaña y en los países escandinavos. El electrodo activo RF-T 36 se ha desarrollado especialmente para tal fin. En comparación con la medición no destructiva o la medición de la resistencia, sin embargo, esto resulta muy prolijo y requiere unos agujeros relativamente grandes. La fiabilidad para el operario que coloca/acaba los suelos, sin embargo, por otro lado, es muy buena, si es posible esperar a alcanzar el equilibrio de humedad (humedad relativa del aire del entorno = igual a la del agujero). Este método también aumenta la fiabilidad en los casos en que no se dispone de información suficiente sobre la composición del tablón.

Empleo del electrodo activo RF-T 31

Para las mediciones profundas en materiales de construcción empleando la humedad relati-va del aire, además de la sonda con una longitud de tubo sensor de 250 ó 500 mm debe emplearse un adaptador para taladros que consiste en un manguito de mampostería de 150, 250 o 500 mm de longitud.

Para la medición, debe taladrarse un agujero ciego de 16 mm de diámetro hasta la profundidad de medida necesaria. Es importante emplear una broca afilada, con un elevado número de impactos y realizar el taladrado a baja velocidad. Si el agujero se calentara fuertemente, es necesario esperar a la igualación de la temperatura (30 - 60 minutos) antes de realizar la medición. El agujero debe limpiarse para eliminar el polvo (por soplado). A continuación, introducir el adaptador para el agujero hasta el fondo del agujero, hacer presión hacia adentro sobre el mismo y girarlo hacia la derecha. El adaptador debe apretarse hasta tal punto que toda la longitud roscada del tornillo quede firmemente encajada en la obra de ladrillo, hormigón, etc. A continuación, insertar la varilla de cierre hermético o el electrodo RF-T 31.

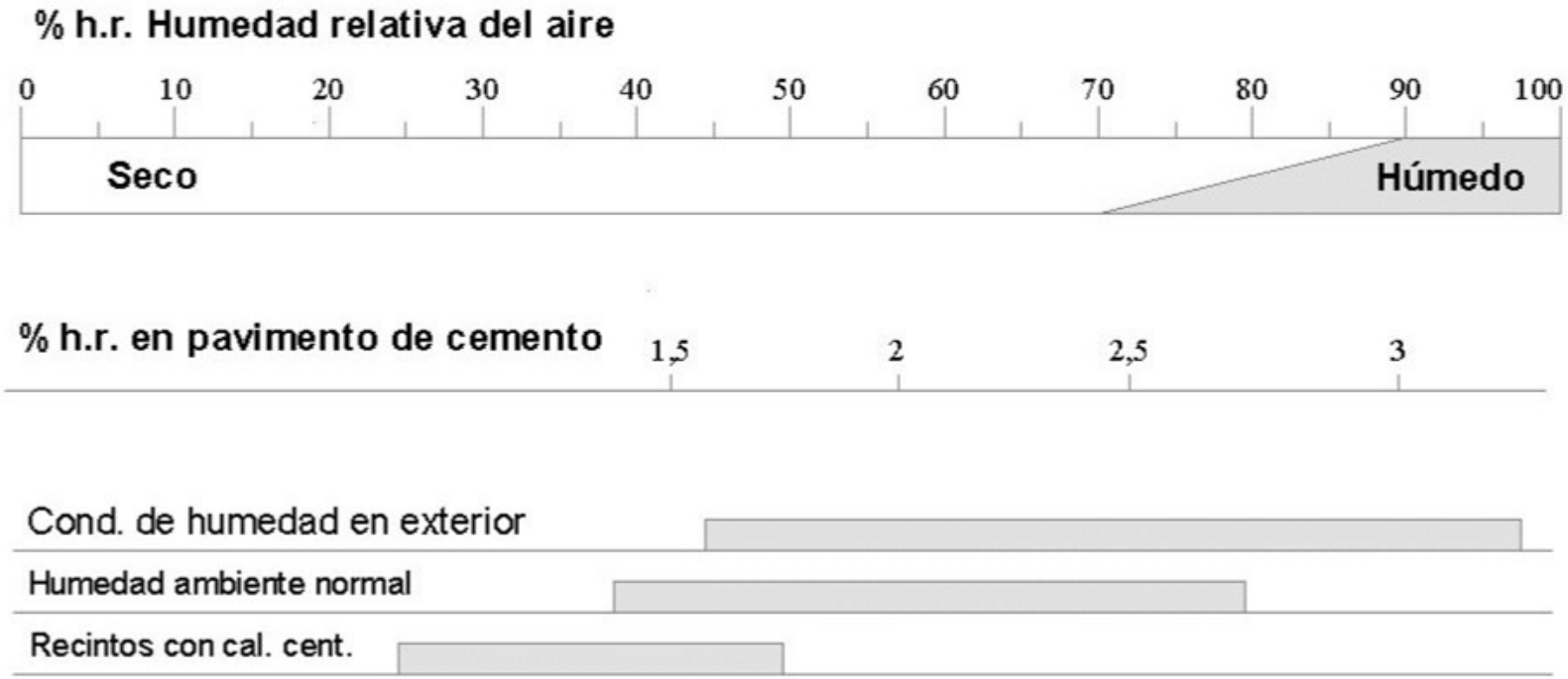
El equilibrio de humedad en el agujero se logra cuando existe una igualación de la temperatura (idéntica temperatura en el agujero, adaptador y tubo sensor) al cabo de aproximadamente 30 minutos. A continuación, puede leerse el valor de la medición y evaluarse empleando el siguiente gráfico.

Empleo del electrodo activo RF-T 36

Para la medición debe taladrarse un agujero ciego de 12 - 14 mm de diámetro y de como mínimo 25 mm y como máximo 50 mm de profundidad. La profundidad de taladrado depende de la profundidad de medición necesaria o del grosor del tablón. Limpiar el polvo del agujero por soplado o espera a que se iguale la temperatura. Colocar el trozo de espuma que se incluye en el suministro sobre el tubo del electrodo de la sonda y ajustar la distancia y para cerrar herméticamente la sonda, introducirlo en el agujero.

El equilibrio de humedad en el agujero se logra cuando existe igualación de la temperatura (idéntica temperatura en el agujero, adaptador y tubo del sensor) al cabo de aproximadamente 30 minutos. A continuación, puede leerse el valor de medición y evaluarse con el siguiente gráfico.

Tabla de comparación Humedad del aire - Humedad estructural



Deterioro del sensor

El sensor puede quedar irreparable como consecuencia de la influencia de diversos ataques mecánicos o ambientales. Entre estos caben destacar concretamente:

- el contacto directo entre el sensor y los dedos,
- el contacto directo con materiales u objetos macizos o adhesivos,
- la medición en atmósferas que contienen disolventes, vapores de aceite y otras elevadas proporciones de sustancias dañinas.

Errores de medición

Las mediciones de la humedad relativa inferiores al 20 % h.r. y superiores al 80 % h.r. deben evitarse durante un prolongado período de tiempo en la medida en que sea posible. Para lograr que el rebasamiento del margen de medida sea muy fácil de detectar, cuando se intenta medir una humedad relativa del 98% aparece un "1" en la parte izquierda del indicador en lugar del valor medido. Pueden producirse otras distorsiones de los valores medidos como consecuencia de producirse un efecto pantalla en contacto con el cuerpo (p.e., la mano) o de soplar o hablar/respirar en la dirección del sensor.

Nota

El sensor no se ha concebido para mediciones continuas superiores al 80% de humedad relativa. Si se han de realizar mediciones continuas en regiones extremas se han de hacer ajustes especiales mediante la comprobación del sensor y un líquido de calibración.

Instrucciones para medición del aire

empleando los electrodos activos RF-T 28, RF-T 31, RF-T 32 y RF-T 36

Colocar el selector "X" (4) en la posición "M".

Conectar el electrodo al conector hembra (2) del instrumento.

Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado indicado (en % h.r.) por el indicador LCD (3).

Especificaciones técnicas

Margen de medida: 5 hasta 89 % h.r. durante períodos cortos. Para mediciones continuas o durante períodos prolongados en un margen superior al 80 % h.r., se requiere una calibración especial para los sensores de medida.

Temperaturas admisibles de trabajo para el instrumento y los electrodos:

-10°C hasta +60 °C durante períodos cortos,
0°C hasta +50 °C durante períodos largos.

Condiciones ambientales permitidas para el almacenaje del instrumento y los electrodos:

-10°C hasta +60 °C durante períodos cortos,
5°C hasta +40 °C durante períodos largos.
5 % hasta +98 % h.r. durante períodos cortos, *)
35 % hasta +70 % h.r. durante períodos largos, *)

*) sin condensación.

Empleo del electrodo activo RF-T 28

Sujetar el electrodo en el aire o sujetarlo en el lugar de medición deseado y comenzar el proceso de medición. Para realizar mediciones de alta precisión, especialmente por debajo de la temperatura ambiente habitual (temperatura ambiente de 20 °C) o si existen diferencias sustanciles de temperatura entre el electrodo o instrumento y su entorno, deben exponerse a la atmósfera ambiental durante aprox. 10 - 15 minutos hasta que se iguale la temperatura. El sensor se adapta a la atmósfera del ambiente aun cuando esté desactivado.

Tiempo de respuesta del sensor de humedad del aire

El tiempo de respuesta del sensor es muy corto de modo que incluso un movimiento suave del aire (generado por una puerta ligeramente abierta o por una ventana que no cierra bien) puede afectar a la lectura. Esto se debe a que no puede lograrse una parada absoluta del valor visualizado a no ser que el sensor esté instalado en una caja hermética.

El tiempo de respuesta del sensor en aire en ligero movimiento es el siguiente para temperaturas ambientales comprendidas entre 20 °C hasta 25 °C para un 90% de diferencia de humedades, aprox. 20 segundos, para un 95% de diferencia de humedades, aprox. 30 segundos.

El tiempo de ajuste en aire en reposo o en aire moviéndose a muy baja velocidad puede reducirse moviendo o girando el electrodo (ventilando el sensor).

Casquillo filtro para electrodo RF-T 28

Para mediciones en aire cargado de polvo, en la emisión de sustancias dañinas o en aire moviéndose a alta velocidad, puede instalarse un casquillofiltro sinterizado después de desmontar el casquillo de protección con ranuras de aireación. Para protección del filtro sinterizado, colocar de nuevo el casquillo de plástico. Si el filtro se ensucia, puede lavarse en un líquido limpiador que no contenga residuos y/o puede limpiarse soplando desde dentro hacia afuera con aire comprimido. Con el filtro sinterizado insertado, el tiempo de respuesta se prolongará considerablemente.

Empleo del electrodo activo RF-T 31

El sensor RF-T 31 puede suministrarse con una longitud de inserción de 50 ó 500 mm y se emplea fundamentalmente para la medición de la humedad relativa del aire o el valor de la actividad del agua en lugares de difícil acceso, en conductos de aire, en materiales a granel o, conjuntamente con un adaptador especial, en sustancias sólidas (p.e., obra de ladrillo, hormigón, etc.).

Sujetar el electrodo en el punto de medición en el aire o insertarlo o unirlo al punto necesario con un accesorio y comenzar el proceso de medición. Para mediciones de alta precisión, concretamente a temperaturas inferiores a la temperatura ambiente habitual (aprox. de 20 °C) o cuando exista una considerable diferencia de temperatura entre la temperatura real del electrodo o la del instrumento de medida y la de la atmósfera ambiente, el instrumento junto con su electrodo debe exponerse a un clima ambiental durante aprox. 10 - 15 minutos o hasta que se iguale la temperatura.

En este caso, también, el sensor se adapta por sí mismo a la atmósfera ambiental sin que esté conectado. Si se ensucia, el casquillo filtro sinterizado puede lavarse con detergente sin residuos y/o puede limpiarse soplando de dentro hacia afuera con aire comprimido.

Tiempo de respuesta del sensor de humedad del aire RF-T 31

El tiempo de respuesta es retardado por el casquillofiltro sinterizado. En casos excepcionales puede desatornillarse. Sin embargo, si esto se real a, aumenta considerablemente el peligro de que el sensor resulte deteriorado.

El tiempo de respuesta del sensor en aire en movimiento a una temperatura ambiente de 20 °C hasta 25 °C es para un 90% de diferencia de humedades: sin filtro, aprox. 20 s, con filtro aprox. 5 min., y para un 95% de diferencia de humedades: sin filtro, aprox. 30 s, con filtro aprox. 15 min.

Empleo del filtro activo RF-T 32

El sensor RF-T32 está disponible con longitudes de inserción de 250 y 500 mm y se emplea principalmente para la medición de la humedad relativa del aire o el valor de la actividad del agua en lugares de difícil acceso o en pilas de papel, cuero, tejidos, tabaco, etc.

Sujetar el electrodo por el punto de medida en el aire o colocarlo en el punto necesario y comenzar el proceso de medición. Para mediciones de alta precisión, concretamente a temperaturas inferiores a la temperatura ambiente habitual (aprox. de 20 °C) o cuando existan diferencias considerables de temperatura entre la temperatura real del electrodo o del instrumento de medida y la de la atmósfera ambiente, el instrumento junto con su electrodo debe exponerse a la atmósfera ambiente durante aprox. 10 hasta 15 minutos o hasta que se alcance la igualación de la temperatura. El sensor se adapta por sí mismo a la atmósfera ambiente aun cuando esté desconectado.

Nota

Si se ensucia, la tela del filtro insertada no puede lavarse en detergentes y/o limpiarse aplicando aire comprimido desde fuera hacia adentro. Por consiguiente, debe evitarse su uso en entornos polvorientos. La limpieza siempre se ha de llevar a cabo por la parte exterior empleando un cepillo suave.

Tiempo de respuesta del sensor de humedad del aire RF-T 32

El tiempo de respuesta es retardado por la tela del filtro y por el tubo metálico. El tiempo de respuesta del sensor de la humedad del aire en aire movimiento, con una temperatura ambiente de 20 hasta 25°C es:

aprox. 3 min para un 90 % de diferencia de humedades, y
aprox. 10 min para un 95 % de diferencia de humedades.

Empleo del electrodo activo RF-T 36

El electrodo RF-T 36 se ha desarrollado entre otros fines para la mediciónsemiestacionaria (el electrodo permanece en el punto de medida - la unidad de visualización queda móvil cuando se está utilizando) de la humedad de aire y la temperatura del aire en interiores, almacenes industriales, etc.

Sujetar el electrodo en el punto de medición o en el punto necesario y arrancar el proceso de medida. Para mediciones de alta precisión, concretamente a temperaturas inferiores a la temperatura ambiente (aprox. 20 °C) o si existen notables diferencias de temperatura entre la temperatura del electrodo mismo y la de la atmósfera ambiente (medición inmediatamente después del montaje), el electrodo se ha de exponer a la atmósfera ambiente durante aproximadamente 10 hasta 15 minutos o hasta la igualación de la temperatura. El sensor se adapta por sí solo a la atmósfera ambiente aun cuando esté desconectado.

Tiempo de respuesta del sensor de humedad del aire RF-T 36

El tiempo de respuesta es retardado por el casquillo-filtro. En casos excepcionales, puede desatornillarse. Sin embargo, si esto se realiza, el peligro de dañar el sensor aumenta consi-derablemente.

El tiempo de respuesta del sensor de la humedad del aire en aire en movimiento, con una atmósfera ambiente de 20 hasta 25 °C es:

aprox. 20 s, para un 90% de diferencia de humedades sin filtro o aprox. 3 min con filtro, y
aprox. 30 s, para un 95% de diferencia de humedades sin filtro o aprox. 10 min con filtro.

Nota

Si se ensucia, la tela del filtro insertada sólo puede lavarse en agua destilada y/o limpiarse por soplado con una ligera sobrepresión desde dentro hacia fuera. Por consiguiente, se ha de evitar su empleo en entornos muy polvorientos. Preferiblemente, la limpieza se ha de llevar a cabo desde afuera con un cepillo blando.

Tabla sinóptica de temperaturas del punto de rocío determinadas por la temperatura del aire y la humedad relativa del aire

Temperatura del aire	Temperatura del punto del rocío en °C a una humedad relativa de							
	30 %	**40 %**	**50 %**	**60 %**	**70 %**	**80 %**	**90 %**	Hum. de saturación = cantidad de agua en g / m³
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
+30	10,5	14,9	18,5	21,2	24,2	26,4	28,5	30,4
+28	8,7	13,1	16,7	19,5	22,0	24,2	26,2	27,2
+26	7,1	11,3	14,9	17,6	19,8	22,3	24,2	24,4
+24	5,4	9,5	13,0	15,8	18,2	20,3	22,2	21,8
+22	3,6	7,7	11,1	13,9	16,3	18,4	20,3	19,4
+20	1,9	6,0	9,3	12,0	14,3	16,5	18,3	17,3
+18	0,2	4,2	7,4	10,1	12,4	14,5	16,3	15,4
+16	-1,5	2,4	5,6	8,2	10,5	12,5	14,3	13,6
+14	-3,3	-0,6	3,8	6,4	8,6	10,6	12,4	12,1
+12	-5,0	-1,2	1,9	4,3	6,6	8,5	10,3	10,7
+10	-6,7	-2,9	0,1	2,6	4,8	6,7	8,4	9,4
+8	-8,5	-4,8	-1,6	0,7	2,9	4,8	6,4	8,3
+6	-10,3	-6,6	-3,2	-1,0	0,9	2,8	4,4	7,3
+4	-12,0	-8,5	-4,8	-2,7	-0,9	0,8	2,4	6,4
+2	-13,7	-10,2	-6,5	-4,3	-2,5	-0,8	0,6	5,6
0	-15,4	-12,0	-8,1	-5,6	-3,8	-2,3	-0,9	4,8

Instrucciones de prueba y calibración para la circuitería de la humedad relativa de los electrodos RF-T 28, 31 y 32 empleando el comprobador del sensor

Comentarios generales

En general, se ha de diferenciar entre una prueba, una recalibración posiblemente necesaria y una calibración especial para la medición continua de humedad superior al 80%. Se dispone de tres líquidos de prueba y calibración para los márgenes de 10 hasta 50%, 50 hasta 90% y 80 hasta 98%. Este último líquido tiene por finalidad una calibración especial de la gama de humedades elevadas y no se emplea para pruebas o calibraciones generales. Para las pruebas o para la calibración del margen estándar de valores de humedad se ha de emplear el líquido SCF 70.

Durante las pruebas o la calibración, el electrodo, el comprobador de los sensores y el líquido deben tener idéntica temperatura. Este temperatura debe mantenerse a lo largo de la operación. Las variaciones de la temperatura pueden estar provocadas por una corriente, por la respiración o soplado o por la sujeción del electrodo, el comprobador del sensor o la ampolla de líquido en una mano. Se recomienda envolver estos componentes en estyropor o un material aislante semejante.
Por favor, seguir estrictamente las instrucciones estampadas en el embalaje de la ampolla de líquido referentes a los valores de prueba, de calibración y nominales.

Pruebas

Se requieren diferentes piezas superiores de comprobador del sensor para cada uno de los tres tipos de electrodos. Debe cumplirse la siguiente secuencia de prueba:

1. Desatornillar la parte superior del comprobador del sensor y desmontarla de la inferior.

2. **Electrodo RF-T 28**: Extraer con cuidado el casquillo protector. Si va instalado este casquillo, extraer primero el casquillo guardapolvos.

   Electrodo RF-T 31: Desatornillar el casquillo-filtro sinterizado y extraerlo minuciosamente sólo a lo largo del eje de la prolongación del tubo. Si se inclina el filtro sinterizado puede resultar dañado el sensor de humedad.

   Electrodo RF-T 32: El electrodo no requiere ninguna preparación especial. No desmontarlo.

3. **Electrodo RF-T 28**: Enchufar la parte superior del comprobador del sensor al electrodo y colocarla ligeramente sobre el electrodo (ajuste cónico de la pieza sobre éste).

   Electrodo RF-T 31: Enchufar la parte superior del comprobador del sensor sobre el sensor de humedad del electrodo y el tornillo a la rosca del tubo del electrodo. **No ejercer fuerza y no apretarlo firmemente.**

   Electrodo RF-T 32: Insertar el tubo oval del electrodo, con la parte perforada hacia abajo, horizontalmente hacia la parte superior del comprobador del sensor. Asegurarse de que las perforaciones quedan dentro del comprobador del sensor. Para evitar una variación de la temperatura, no manipular el tubo de metal del electrodo si no es preciso.

4. Guardar el electrodo, el comprobador del sensor y el líquido de prueba en un lugar con temperatura estable hasta que todos los componentes hayan alcanzado la temperatura indicada en el embalaje de la ampolla de prueba (p.e. 23 °C ± 2 °C).

5. Sacar un trozo de vellón de la bolsa de plástico y colocarlo dentro de la parte inferior del comprobador del sensor. Cerrar herméticamente la bolsa de plástico que contiene los restantes trozos de vellón.

6. Coger una ampolla que contenga el tipo deseado de líquido de prueba. Sujetarla verticalmente y golpear ligeramente sobre la misma para que todo el líquido vaya a parar a la parte inferior de la ampolla. Sujetar la ampolla firmemente y romper el cuello de la misma por la marca blanca. Verter todo el contenido del líquido sobre el vellón en la parte inferior del comprobador del sensor.

7. Atornillar la parte inferior del comprobador del sensor sobre la parte superior. Para impedir una variación de la temperatura, sujetar los elementos lo más breve posible o ponerse guantes.

8. Conectar el electrodo al Hydromette empleando su cable.

9. Electrodo RF-T 28: Además de evitar una variación de la temperatura, permitir al electrodo que se haya expuesto a la atmósfera del comprobador del sensor el tiempo que se indica en el embalaje (p.e., 10 min. ± 1 min.).

   Electrodo RF-T 31: Proceder por idéntico método que con el electrodo RF-T 31.

   Electrodo RF-T 32: Cuando se verifica el electrodo RF-T 32, duplicar el tiempo de exposición señalado en el embalaje de la ampolla (p.e., 20 min ± 2 min.). Evitar un cambio de temperatura.

10. Al final del tiempo de exposición arriba señalado, pulsar la tecla de medición del Hydromette y obtener una lectura de humedad del aire. Se admite una desviación de ±2 % respecto al valor nominal indicado en el embalaje de la ampolla.

Recalibración

La recalibración de los sensores empleados con los electrodos RF-T prácticamente nunca se requiere. Las desviaciones existentes de las mediciones prácticamente siempre están ocasionadas por un almacenaje incorrecto del electrodo en ambientes demasiados secos o demasiado húmedos. Antes de cada recalibración del electrodo, debe exponerse a un proceso de acondicionamiento. Esto significa la exposición del electrodo a una humedad relativa media del 45% hasta el 65% de h.r. durante 24 horas. Si la humedad medida es demasiado baja en más del 5 %, se sugiere exponer el electrodo a una elevada humedad del 70 % hasta el 75 % h.r. durante las primeras 12 horas.

Si la humedad medida es demasiado elevada, se recomienda un proceso semejante de acondicionamiento en un clima seco de 40 % hasta 45 % r.h. Una vez ejecutado tal proceso de acondicionamiento, puede estimarse que es innecesaria una recalibración, ya que la desviación original había estado provocada por el efecto de sorción.

Si se requiere un recalibración, debe emplearse el líquido de prueba y calibración SCF 70. La preparación y el procedimiento general son los descritos en el apartado "Pruebas" 1 hasta 9 c.

La recalibración se realiza empleando un pequeño destornillador recto con un ancho máximo de hoja de 2 mm (3/16 pulgadas). Existe un potenciómetro de ajuste que está situado tras una abertura del centro de la manera negra de plástico. Girando en sentido horario con cuidado el potenciómetro, puede aumentarse la humedad medida; la humedad se disminuye girando el potenciómetro en sentido antihorario. Una vuelta completa corresponde a una variación de aproximadamente el 7 % h. r. La recalibración debe iniciarse exactamente al final del tiempo de exposición de 10 ó 20 min. y debe tardar más de 2 hasta 4 minutos.

Calibración especial

Podría ser necesaria una calibración especial si se han de llevar a cabo mediciones continuas de una humedad elevada (superior al 80 % h.r.) o de una humedad muy baja (inferior al 35 % h.r.). Están disponibles para tal fin los líquidos de prueba SCF 90 y SCF 30. Para eliminar los errores de medición o calibración provocados por el efecto de sorción, es necesario permitir un tiempo de exposición de 6 hasta 7 horas para el electrodo RF-T 32.

Esta calibración especial se realiza, teniendo en cuenta los tiempos de exposición más prolongados, siguiendo las instrucciones indicadas en los aportados "Pruebas" y "Recalibración".

Para recuperar el uso normal de un electrodo al que se ha sometido a una calibración especial debe recalibrarse según el apartado "Recalibración" después de haberlo sometido a un período de acondicionamiento de 24 horas.

Instrucciones operativas para medición de temperaturas

Medición con electrodos activos RF-T 28, RF-T 31 y RF-T 32

Colocar el selector "X" (4) en la posición "200°C".
Conectar el electrodo al conector hembra (2) del instrumento.
Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado en °C visualizado por el indicador LCD (3).

Medición empleando sondas de temperaturas PT-100

Colocar el selector "X" (4) en la posición "200°C" ó "600°C".
Colocar la sonda de temperatura al conector hembra (2) del instrumento.
Pulsar la tecla de medición (7) y leer el resultado en °C visualizado por el indicador LCD (3).

Medición con el electrodo activo IR40

Colocar el selector "X" (4) en la posición "M".
Conectar la sonda de temperatura infrarrojos en el conector hembra (2) del instrumento.
Pulsar la tecla de medición (7) y, al cabo de un retardo de 10 hasta 15 segundos, leer la temperatura de la superficie en °C visualizada por el indicador LCD (3).

Información general sobre la medición de temperaturas

Debe lograrse un equilibrio de temperatura entre el sensor de medida y el objeto que se desea medir, para obtener lecturas correctas. Es fácil lograrlo cuando se miden líquidos en grandes cantidades u objetos de grandes dimensiones con un alto contenido calorífico. Debe garantizarse que el tubo y el cabezal del sensor no se ven influenciados por otra temperatura como puede ser la temperatura ambiente del aire.

Por consiguiente, se recomienda sumergir totalmente el sensor o colocar una pantalla en el tubo. La pantalla puede ser de poliéster o de goma de espuma, de aproximadamente 3 cm de diámetro, y suficientemente larga para proteger la longitud expuesta del tubo, que se introducirá por el centro. En el caso de medición de superficies con una sonda de temperatura OT 100, el bloque de poliéster o de espuma de goma con una longitud de lado de como mínimo 30 mm será suficiente para proteger contra el calor o frío por convección cuando se realicen mediciones de temperaturas en paredes.

En el caso de materiales que sean malos conductores del calor de bajo contenido térmico (p.e., lana de roca, lana de vidrio, etc.), con frecuencia no es posible lograr una medición correcta de la temperatura con sensores eléctricos. Para obtener resultados aprovechables, podría ser necesario bien tener en cuenta la temperatura o realizar mediciones aproximadas.

Cuando se miden materiales aislantes cuya temperatura en la superficie, por regla general, coincide con la temperatura ambiente, debe emplease la sonda insertable para temperaturas ET 50. Sin embargo, los tiempos de medición o de respuesta aumentan considerablemente.

Empleo de los electrodos activos RF-T 28, RF-T 31 y RF-T 32

Sujetar la sonda en el aire en el punto de medida y comenzar la medición pulsando la tecla de medición (7). Los electrodos RF-T 28, RF-T 31 y RF-T 32 sólo son idóneos para medir la temperatura del aire (además de la humedad del aire) y no para mediciones de temperatura en materiales sólidos y líquidos.

Para realizar mediciones de alta precisión, en concreto a temperaturas inferiores a + 10 °C o superiores a +40 °C, o si existen importantes diferencias de temperatura entre la temperatura del electrodo mismo o del instrumento de medida y la de la atmósfera que los rodea, debe exponerse el electrodo a la atmósfera del entorno del lugar de medición durante aproximadamente 10 hasta 15 minutos o hasta que se igualen las temperaturas.

El margen de medida desde -10 hasta +80 °C sólo se aplica a la punta del sensor (longitud del casquillo protector) del electrodo. El tubo del electrodo junto con la electrónica y el instrumento de medida puede exponerse a temperaturas superiores a 50 °C sólo durante un breve margen de tiempo. Para el instrumento y las sondas, si es posible, no permitir que la temperatura de trabajo disminuya por debajo de 0 °C o aumente porencima de +50 °C.

Puede producirse una falsificación de los valores medidos si se establece un efecto pantalla con partes del cuerpo (p.e., la mano) o si se sopla o habla/respira en la dirección del sensor.

El tiempo de estabilización del sensor de la temperatura del aire para un salto de temperatura del 90% es para aire en movimiento de aproximadamente 120 segundos para la sondas RF-T 28 y de aproximadamente 5 minutos para las sondas RF-T 31 y RF-T 32.

El sensor de la temperatura del aire se ajusta a la atmósfera del entorno aun cuando no esté conectado.

Empleo de la sonda para medición de temperaturas en superficies OT 100

La OT 100 es una sonda especial de bajo peso para la medición de temperaturas en superficies. Recubrir el cabezal del sensor con pasta termoconductora y presionar el cabezal del sensor contra el objeto que se desea medir. El cabezal del sensor debe quedar totalmente plano y haciendo un buen contacto. No debe haber aire (sólo una capa fina de pasta termoconductora) entre el cabezal del sensor y el objeto que se desea medir.

El tiempo de respuesta oscila entre 10 y 40 segundos en función del material que se desea medir. Para lograr buenos resultados, es indispensable un contenido calorífico y conductividad térmica suficientes del material que se desea medir.

Nota

Evitar deteriorar la punta de la sonda, que lleva un muelle de ataque, ejerciendo una presión excesiva o doblando la punta.

Empleo de la sonda para medición de temperaturas en superficies OTW 90

La OTW 90 es una sonda en ángulo especial, de bajo peso, para la medición de temperaturas en superficies. Se ha concebido especialmente para las mediciones en prensas de placas con una abertura de como mínimo 17 mm. Para las mediciones en superficies bastas recubrir el cabezal del sensor con pasta termoconductora y aplicarlo a presión contra el objeto que se desea medir. El cabezal del sensor debe quedar totalmente plano y haciendo buen contacto. No debe quedar aire (sólo una capa fina de pasta termoconductora) entre el cabezal del sensor y el objeto que se desea medir.

El tiempo de respuesta oscila entre 20 y 60 segundos en función del material que se desea medir. Para lograr buenos resultados, es indispensable que el material que se desea medir presente un contenido calorífico y conductividad térmica suficientes.

Pasta termoconductora de silicona

La pasta termoconductora se suministra en envases que contienen dos tubos de 30 gramos cada uno. Su finalidad es mejorar la transmisión de calor entre el sensor y el objeto que se desea medir. Las mediciones de temperaturas con las sondas OT 100 y OTW 90 en superficies rugosas, por regla general, se han de llevar conjuntamente con pasta termoconductora.

Empleo de la sonda de temperaturas hincable ET 10

La sonda hincable ET 10 es una sonda sencilla para medición de temperaturas en líquidos y en materiales semisólidos (p.e. materiales congelados) y para la medición de temperaturas en núcleos de agujeros pretaladrados.

Remojar la punta del sensor a una profundidad de como mínimo 4 cm dentro del líquido o introducirla en el material que se desea medir y tomar la lectura. Cuando se midan temperaturas en núcleos, mantener el agujero lo más pequeño posible. Extraer el polvo del agujero y esperar a que se disipe el calor generado durante el taladrado. Recubrir la punta del sensor con pasta termoconductora, insertarla y registrar la lectura. Los agujeros poco profundos pueden llenarse directamente con pasta termoconductora.

En función del material que se desea medir, el tiempo de respuesta se sitúa entre aproximadamente 20 segundos (líquidos) y 180 segundos.

Empleo de sondas de temperatura hincables ET 50

La sonda hincable ET 50 es un sensor especial para la medición de temperaturas en líquidos y material blandos y para la medición de temperaturas en núcleos de agujeros pretaladrados.

Insertar el sensor en el líquido o insertarlo en el material blando que se desea medir, en ambos casos como mínimo hasta el primer ensanchamiento (o aproximadamente 6 cm de profundidad) y registrar la lectura. Cuando se mida la temperatura en núcleos de agujeros, mantener el agujero lo más pequeño posible. Extraer el polvo del agujero y esperar a que se disipe el calor generado durante el taladrado. Recubrir la punta del sensor con pasta termoconductora, insertarlo y registrar la lectura. Los agujeros de poca profundidad pueden rellenarse directamente con pasta termoconductora.

En función del material que se desea medir, el tiempo de respuesta se sitúa entre aproximadamente 10 segundos (líquidos) y 120 segundos.

Empleo de la sonda para medición de temperaturas de aire/gas LT 20

La LT 20 es una sonda especial para la medición de temperaturas en el aire o en mezclas gaseosas. Mantener la punta de la sonda a como mínimo 4 cm de profundidad dentro del medio (aire o gas) que se desea medir y registrar la lectura. Debido a su longitud de 480 mm, resulta especialmente idónea para medición en conductos de aire.

En función de la velocidad del aire o de la corriente del gas, el tiempo de respuesta se sitúa entre 10 y 30 segundos por cada 10 °C de variación de la temperatura.

Empleo de la sonda para de temperatura para inmersión y para gases de combustión TT 30

La sonda de inmersión TT 30 es un sensor especial para la medición de temperaturas en líquidos y temperaturas en el núcleo de agujeros pretaladrados así como para el gas de combustión y los gases de escape de quemadores. El tubo del sensor tiene una longitud de
230 mm.Introducir la punta del sensor como mínimo a 6 cm de profundidad en el medio (gas) que se desea medir y registrar la lectura. Cuando se midan temperaturas en el núcleo de agujeros, mantener el agujero lo más pequeño posible. Extraer el polvo del agujero y esperar a que se disipe el calor generado durante el taladrado. Recubrir la punta del sensor con pasta termoconductora de silicona, insertarlo y registrar la lectura.
En función del material que se desea medir, el tiempo de respuesta se sitúa entre aproximadamente 10 segundos (líquido) y 180 segundos.

Empleo de la sonda para de temperatura para inmersión y para gases de combustión TT 40

La sonda de inmersión TT 40 es un sensor especial para la medición de temperaturas en líquidos y temperaturas en el núcleo de agujeros pretaladrados así como en el gas de combustión y los gases de escape de quemadores. El tubo del sensor tiene una longitud de 480 mm.
Introducir la punta del sensor como mínimo a 6 cm de profundidad en el medio (gas) que se desea medir y registrar la lectura. Cuando se midan temperaturas en el núcleo de agujeros, mantener el agujero lo más pequeño posible. Extraer el polvo del agujero y esperar a que se disipe el calor generado durante el taladrado. Recubrir la punta del sensor con pasta termoconductora de silicona, insertarlo y registrar la lectura.
En función del material que se desea medir, el tiempo de respuesta se sitúa entre aproxima-damente 10 segundos (líquidos) y 180 segundos.

Empleo de sondas flexibles de temperatura de la serie FT

Para una medición correcta de temperaturas debe lograrse una igualación de la temperatura entre el sensor de medida y el objeto que se desea medir. Esto se logra fácilmente en el caso de las mediciones en líquidos en grandes cantidades o en objetos de grandes dimensiones con una elevada retención calorífica. En estos casos debe prestarse atención para garantizar que el sensor (longitud del manguito encogible) no se ve influenciado en determinados puntos por otra temperatura (temperatura del aire ambiente). Por consiguiente, se recomienda prestar una especial atención a garantizar que en el caso de temperaturas inferiores a 60 °C el sensor estará sumergido completamente en el medio (líquido gas) (mínimo 6 cm).

Para la medición de temperaturas interiores (naves industriales, hornos de secado, etc.), el sensor debe fijarse a un punto bien ventilado.

Para la medición en materiales a granel, asegurarse de que queda enterrada toda la punta del sensor (manguito encogible con como mínimo 10 cm de cable).

Las sondas de temperatura FT pueden emplearse a una temperatura de hasta + 120 °C. El cable de teflón permite el uso también en medios ligeramente corrosivos.

Manipulación de la sonda de infrarrojos para medición de temperatura en superficies IR 40

Especificaciones técnicas

Margen de medida: -20 °C hasta +199,9 °C. Resolución: 0,1 °C.

Factor de emisión: 95 %, ajustado permanentemente.

Dimensiones: Longitud 180 mm, diámetro 32 mm, cable en espirar de 400/1400 mm de longitud.

Condiciones ambientales admisibles

Almacenaje: 5 °C hasta +40 °C; humedad relativa máxima del 80%, sin condensación

Funcionamiento: 0 °C hasta +50 °C; humedad relativa máxima del 90%, sin condensación

Nota

Siempre que se conecta el instrumento, primero se ejecuta un autotest. Durante un breve período de 10 hasta 15 segundos en el indicador LCD (3) sólo se visualiza la lectura "1...".

Información general sobre la técnica de medición de temperatura por infrarrojos

Todos los cuerpos con una temperatura superior al "cero absoluto" (= 0 °K ó -273 °C) emiten radiación infrarroja, también conocida como radiación térmica. La intensidad de esta radiación infrarroja sirve de indicación de la temperatura de la superficie, guardando una relación con el grado emisión. El cabezal de medición por infrarrojos recibe la radiación térmica emitida sin contacto con el objeto a medir y la convierte en una señal de tensión. Esta señal en el dispositivo de visualización se convierte en la unidad de medida "grados centígrados".

Ventajas respecto a la medición con contacto

- ☐ Tiempo de respuesta y de medición muy cortos
- ☐ No se extrae calor del objeto a medir
- ☐ No se daña ni se contamina la superficie a medir
- ☐ Pueden medirse piezas que conducen la tensión o que están en movimiento

Operación de medición

Colocar el selector (4) en la posición "M". Insertar el conector macho del cable de conexión en el conector hembra (2) y unirlos girando suavemente en sentido horario. Seguir el procedimiento inverso para extraer el conector macho. No forzar ni estirar del cable.

Cada vez que se acciona el pulsador de medición o antes de cada medición individual o continua, el dispositivo ejecuta un autotest durante aproximadamente 10 hasta 15 segundos. A continuación, en el indicador LCD aparece un valor de medida en °C. En función del "salto" de temperatura, el valor de medición se visualiza inmediatamente o dentro de unos pocos segundos. Las fluctuaciones en el último dígito del display (1/10 °C) en un intervalo de ± 0,2 °C son completamente normales. Incluso el segundo dígito (1 °C) puede saltar hacia atrás y hacia adelante debido a la sensibilidad del sensor y a su reactividad extremadamente rápida. Se ha omitido intencionadamente la atenuación de la indicación.

Durante la medición, el sensor de medida debe sujetarse siempre por su extremo inferior (pieza insertable en el cable). En mediciones de una duración de más de 10 segundos, el valor medido puede estar falsificado en la proximidad inmediata de piezas calientes o frías (tubo de gas de escape, radiador o equipo de refrigeración). Después de esperar durante aproximadamente 10 minutos (para permitir la igualación de la temperatura entre la carcasa del sensor y la temperatura ambiente), puede repetirse la medición. Para obtener mediciones exactas, el sensor debe haber adoptado la temperatura ambiente. La precisión de la medición depende de la uniformidad de la temperatura del dispositivo de medida, el sensor de medidas (todas las piezas, por ejemplo, a temperatura ambiente) así como del grado relevante de emisión del objeto a medir).

Para evitar los errores de medida y para proteger el equipo contra los daños, no debe

- presionar la abertura de medición del sensor de medida directamente contra el objeto que se desea medir,
- medir en una atmósfera que está contaminada o contiene vapor,
- medir a través de una atmósfera muy calentada (parpadeo)

- medir objetos directamente expuestos a una fuerte radiación solar (proteger los objetos del sol),
- medir objetos en la proximidad inmediata de equipos que emiten una gran cantidad de calor o de frío (interrumpir la irradiación de calor/frío)
- exponer el dispositivo de medida de alta calidad a la influencia de fuentes intensas de calor o frío (transporte en el maletero),
- exponer el instrumento de medida a una elevada humedad atmosférica (con condensación)
- estirar del cable de conexión o torsionar excesivamente el cable en espiral
- realizar mediciones sucesivas con gran frecuencia (con un intervalo de aproximadamente 5 segundos entre una medición y la siguiente),
- realizar mediciones en la proximidad inmediata de fuentes electromagnéticas o electrostáticas,

Grado de emisión

El sensor de medida se ha ajustado para un grado de emisión del 95%. Este valor permite abarcar la mayoría de materiales de construcción, materiales sintéticos, tejidos, papel y fuentes no metálicas. La siguiente lista se emplea para estimar el factor de emisión, en el que influyen, entre otros factores, el brillo y la rugosidad superficial del objeto que se desea medir. Las superficies lisas y brillantes reducen el grado de emisión, mientras que las superficies ásperas y apagadas aumentan el grado de emisión. Dado que en los metales el factor de emisión oscila entre un 10% y un 90%, en función de las características de la superficie (brillante, oxidada o corroída), no es posible una medición exacta. Por

consiguiente, se recomienda emplear etiquetas adhesivas especiales del papel con un factor del 95 % para metales o para superficies y objetos metálicos brillantes con factores de emisión variables.
Una corrección entre el valor de medición de la temperatura y el factor de emisión requiere un conocimiento de la compensación de la temperatura ambiente entre el sensor de medida y la temperatura ambiente.

La corrección se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{(\text{T visual.} - \text{T ambiente}) \times 100}{\text{Grado de emisión (\%)}} + \text{T ambiente} = \text{T objeto medido}$$

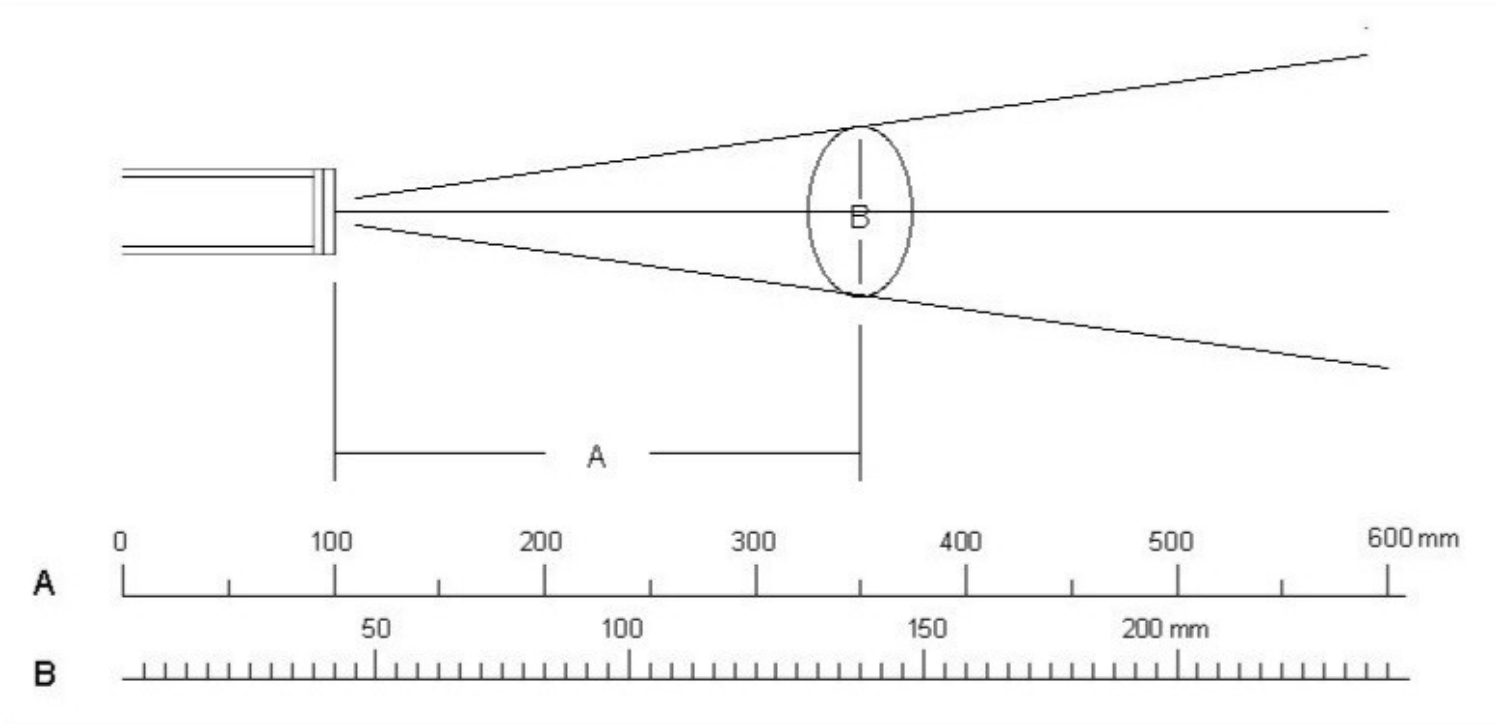
Tabla de factores de emisión (%) para un intervalo de temperaturas de 0 - 200 °C

Agua	93 %	Mármol	90 hasta 95 %
Amianto	95 %	Materiales plásticos	90 %
Arcilla	95 %	Obra de ladrillo	90 hasta 95 %
Arena	90 %	Papel*	95 %
Asfalto	90 hasta 95 %	Papeles murales *	95 %
Betún	98 hasta 100 %	Pinturas *	90 hasta 95 %
Cal	95 %	Tejidos para techos	95 %
Cemento	90 hasta 95 %	Tejidos textiles *	95 %
Cerámica	90 hasta 95 %	Tierra	95 %
Escayola	90 hasta 95 %	Vidrio	90 hasta 95 %
Hormigón	95 %	Yeso	85 hasta 90 %
Madera	90 hasta 95 %		

*) non metálicos

Tamaño del foco de medida

El diámetro del foco de medida depende de la distancia del sensor y tiene un tamaño de 5 mm delante de la abertura del sensor de medida. El diámetro del foco de medida aumenta proporcionalmente en una relación de aproximadamente 2,5 : 1 a medida que aumenta la distancia entre el sensor de medida y el objeto a medir. A una distancia de 100 mm, el diámetro del foco de medida es de 45 mm. Recomendamos una distancia de medida entre el objeto a medir y el sensor de medida de 20 hasta 50 mm. El diámetro relevante puede determinarse con ayuda del siguiente diagrama.



Observaciones finales

La información y las tablas, así como los términos y definiciones generales contenidos en las instrucciones de empleo, se han tomado de la bibliografía especializada. El fabricante o proveedor del equipo de medida, por consiguiente, no puede ser asumir ninguna responsabilidad en cuanto a la corrección de la información facilitada.

Las conclusiones que se han de sacar de los resultados de las mediciones realizadas por cada usuario están determinadas por las circunstancias individuales y la experiencia y conocimientos acumulados en el curso de su práctica profesional.

En caso de duda sobre cuál es el contenido de humedad, por ejemplo, de la primera capa de una pintura o de el subsuelo de un recubrimiento de suelo, el usuario debe solicitar asesoramiento al fabricante de la pintura o del recubrimiento para suelos.

- La empresa se reserva el derecho a introducir modificaciones técnicas sin previo aviso -

Garantía

GANN garantiza durante seis meses, contados a partir de la fecha de compra, o durante un año, a partir de la fecha de entrega desde fábrica, el período que antes termine de ambos, la corrección mediante reparación o sustitución de las piezas defectuosas, libre de gastos, de cualquier producto defectuoso debido a un fallo de material o a una manufactura deficiente. La sustitución o reparación de cualquier pieza no constituye un nuevo período de garantía.

Cuando se presente un reclamación dentro del período de garantía, devolver el instrumento completo junto con todos los accesorios, a portes pagados, a GANN o al proveedor, junto con una descripción del fallo detectado.

Esta garantía no cubre las baterías, cables y varillas de electrodo. GANN no asume ninguna responsabilidad por daños o por un funcionamiento defectuoso provocado por el mal uso o manejo o almacenaje negligente o cuando se hayan realizado reparaciones o haya intentado hacerlas el propietario o una tercera parte. Se requiere un comprobante de la compra.

GANN Mess- u. Regeltechnik GmbH
Schillerstr. 63
70839 Gerlingen, Fed. Rep. of Germany.

DISTRIBUIDOR OFICIAL: DISNAMA S.L.L.
Pol. Plazaola, C-6
31195 Aizoain (Navarra)
Tel. 948 302 368 Fax 948 302 306
www.disnama.com email:disnama@disnama.com